

令和 5 年度
漁業系海洋プラスチック影響調査
報 告 書

令和 6 年 3 月

海洋プラスチック影響調査共同研究機関

まえがき

令和5年度から始まったこの事業は水産研究・教育機構(水産資源研究所及び水産技術研究所)、東海大学そして公益財団法人海と渚環境美化・油濁対策機構の3組織が共同研究機関を作って取り組みました。代表機関は公益財団法人海と渚環境美化・油濁対策機構です。

第1章のアは水産研究・教育機構水産資源研究所と東海大学、第1章のイは水産研究・教育機構水産技術研究所、第2章と第3章は公益財団法人海と渚環境美化・油濁対策機構が担当しました。第2章と第3章では企業の協力で取り組んだ内容が多いので、各項目のはじめに協力いただいた企業名を記しました。

報告書をご覧になるときの参考にしてください。

共同研究機関

公益財団法人海と渚環境美化・油濁対策機構

福 田 賢 吾

令和 5 年度 海洋プラスチック影響調査
検討委員会等名簿

(五十音順)

氏 名	所 属・役 職
井 上 喜 洋	鹿児島大学 元教授
山 下 麗	東京大学大気海洋研究所 特任研究員

目 次

第1章 漁具を含む海ごみによる鯨類等の海洋生物への影響調査

ア 漁具などの海洋プラスチックごみによる鯨類への影響の調査

水産研究・教育機構(水産資源研究所)、東海大学海洋学部

1 緒言	1
2 文献レビュー	1
3 結果と考察	3
4 予備調査	12
4-1 既存記録の調査	12
4-2 令和5年度(2023年度)胃内容物調査と分析	21

第1章は
掲載準備中

イ：環境に配慮した低次生態系における微細マイクロプラスチックの影響評価

水産研究・教育機構(水産技術研究所 環境・応用部門)

【背景・目的】	27
【方法】	27
1 海産アミを用いた微細 MP の影響評価	28
2 マガキ受精卵を用いた MP 曝露試験法の検討	29
3 海産微細藻類を用いた微細 MP の影響評価	30
【結果】	31
1 海産アミを用いた微細 MP の影響評価	31
2 マガキ受精卵を用いた MP 曝露試験法の検討	32
3 海産微細藻類を用いた微細 MP の影響評価	34

第2章 環境配慮型漁具の開発・実証

ア：ポリ乳酸(PLA)を用いたエコ FADs 用フロートの開発

株式会社 JSP、一般社団法人アバリワーク、水産研究・教育機構 開発調査センター

1 集魚装置 FADs 用フロートの開発	39
2 集魚装置 FADs 用フロートの事前耐久試験	40
3 令和5年度エコ FADs 放流実績	43
3-1 令和5年度 海外まき網船におけるエコ FADs 放流調査概要と結果	43
4 今後の改善点	49

イ：生分解性フロートカバーの開発

協力：帝人フロンティア株式会社

1 緒言	50
2 実験方法	52
3 実験結果	53
4 考察	54

ウ：PLA 牡蠣殻コンパウンドを主原料とした豆管生産のための基礎検討

協力：一般社団法人アバリワーク、株式会社津元商店

1 目的	55
2 牡蠣殻の特徴	55
3 結果と考察	57
4 牡蠣殻混入豆管の製造コスト	67
5 カキ養殖経営体の経済的負担とそれにより得られるメリット	69

エ：流出した漁具による海洋生物などを軽減する漁網の開発

協力：横山製網株式会社

1 PLA 漁網(刺網)製造	70
2 耐候性試験	72
3 試験結果	75
3-1 万能材料試験	75
3-2 顕微鏡観察① 3D 測定共焦点顕微鏡（レーザー顕微鏡）	78
3-3 顕微鏡観察② 偏光顕微鏡（実態顕微鏡）	79
4 試験結果の考察	80

第3章 令和5年度漁業者による海洋ごみ回収の影響評価、諸外国の漁具管理に関する 動向把握

協力企業：日本エヌ・ユー・エス株式会社

1 調査概要	81
2 調査方法	83
3 調査結果	94
別添資料1 各国の漁具管理に関する規制（原文と和訳）	157
別添資料2 その他の漁具管理に関する文献及び動向調査	186

第2章 環境配慮型漁具の開発・実証

ア：ポリ乳酸(PLA)を用いたエコ FADs 用フロートの開発

協力：株式会社 JSP、一般社団法人アバリワーク
水産研究・教育機構 開発調査センター

海外まき網操業では、かつお・まぐろ類など回遊性の浮魚類が漂流物に集まる習性を利用した集魚装置（Fish Aggregating Devices、以下 FAD、FADs は複数形の表記）を用いた操業が行われる。FAD は、浮子、漁網やシートを利用した垂下体、および漂移位置や魚探情報を発信する衛星ブイを組み合わせて構成される。しかし、これら FAD の垂下体へのさめ類やうみがめ類の絡み付きの発生、流失によって回収不能となった FADs による海洋汚染の可能性が指摘されている。

これに対して、中西部太平洋まぐろ類委員会（WCPFC）は、3~5 ヶ月間の FAD 禁漁期間（2023 年）の設置や FAD 使用個数の制限を行っている。また、2024 年 1 月から FADs の浮子、垂下体いずれにも網地の使用禁止の新規措置が開始されるとともに、生分解性素材を使用した FAD の具体的な導入の検討も始まっている。

こうした国際的な動向も受けて、開発調査センターは、平成 30 年度より、さめ類やうみがめ類などの海洋生物が絡まないデザインかつ生分解性素材で作成された FADs（以下、エコ FADs）を考案し、東部インド洋や熱帯中西部太平洋で放流調査を行ってきた。放流したエコ FADs を随時点検・操業し、その漁獲性能や耐久性を評価してきた。

これまでは、ジュートや真麻、い草などの様々な天然素材を使用して調査してきたが、いずれの素材も放流から数か月程度で破損してしまうなど、放流後半年から 1 年程度の使用を想定している FADs の素材としては耐久性が不十分であると考えられた。

一方、ポリ乳酸（トウモロコシ等の植物由来のプラスチックでバクテリア等により分解が可能、以下、PLA）を用いた製品は、入手および加工が比較的容易であり、形状や作成方法を改良することによって、FADs の構成物として十分な耐久性を持つことが示唆された。令和 4 年度調査では、エコ FADs の実用化に向けて、浮子、垂下体いずれにも PLA 製素材を用いたエコ FADs を試作し、放流調査を実施した。また、実際の放流調査に先立って、使用する PLA 製品の耐久性を評価するため、沿岸定置網付近に設置した予備試験を実施した。

これらの結果を受けて、令和 5 年度調査では、耐久性向上を目的に仕様を変更した上で、引き続き、浮子、垂下体のいずれにも PLA 製素材を用いたエコ FADs を試作し、放流実験を行った。

1 集魚装置 FADs 用フロートの開発

海外まき網で使用する集魚装置 FADs は数カ月間海洋を漂流させることから様々な要因で回収不能になることがあり、海洋生物に絡むことも考えられる。2024 年からは混獲防止のため網地の使用が禁止されるなど環境負荷軽減が求められている。浮力体部分の規制も時間の問題とされている。

・ FADs 用フロートの構造と性能

試作した FADs フロートの構造を図 2-1-1 に示す。

これまでの漂流実験の結果から①カバーを厚くする、②ロープの貫通孔の先端を圧縮や摩擦に耐えられるようにカバーで覆う(PLA 系射出成型部品)、の 2 点を改善して開発した。

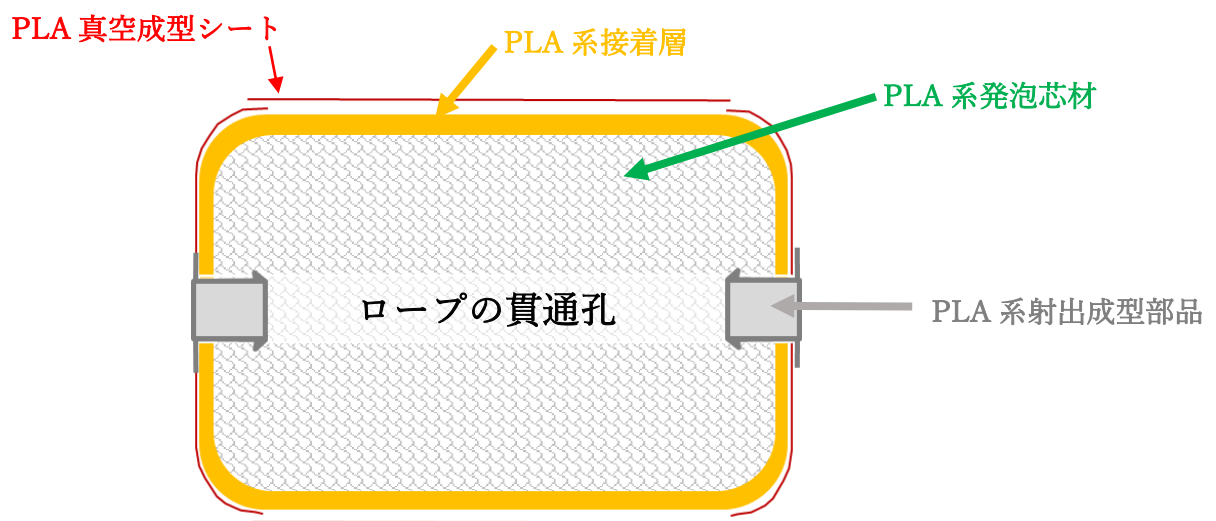


図 2-1-1 令和 5 年度に開発した FADs フロートの構造

材料構成	発泡芯材	ポリ乳酸系発泡粒子成型体 30 倍
	真空成型シート	ポリ乳酸押出シート熱成型品 t=0.6mm
	接着層	ポリ乳酸発泡粒子/熱硬化性樹脂複合材料成型品
	射出成型部品	ポリ乳酸樹脂成型品 (今回は 3D プリンターで代用)
性能	重量	0.4kg
	サイズ	188Φ×210mm
	浮力	5.1kg

2 集魚装置 FADs 用フロートの事前耐久試験

海外まき網漁船での耐久試験の前に定置網に取り付けることで事前の耐久試験を行った。

・方法

令和 5 年 5 月 19 日から 6 月 19 日まで、神奈川県小田原漁業協同組合の定置網(図 2-1-2)の垣網付近に当該フロートを設置した(図 2-1-3)。設置方法は、実際の FADs 使用時と同様に、フロート同士が接触して摩耗するように 3 個のフロートを連結させ、その両端を PLA ロープで固定した(図 2-1-4)。



図 2-1-2 試験実施場所概略
神奈川県小田原市米神漁場の定置網の位置(図中●)

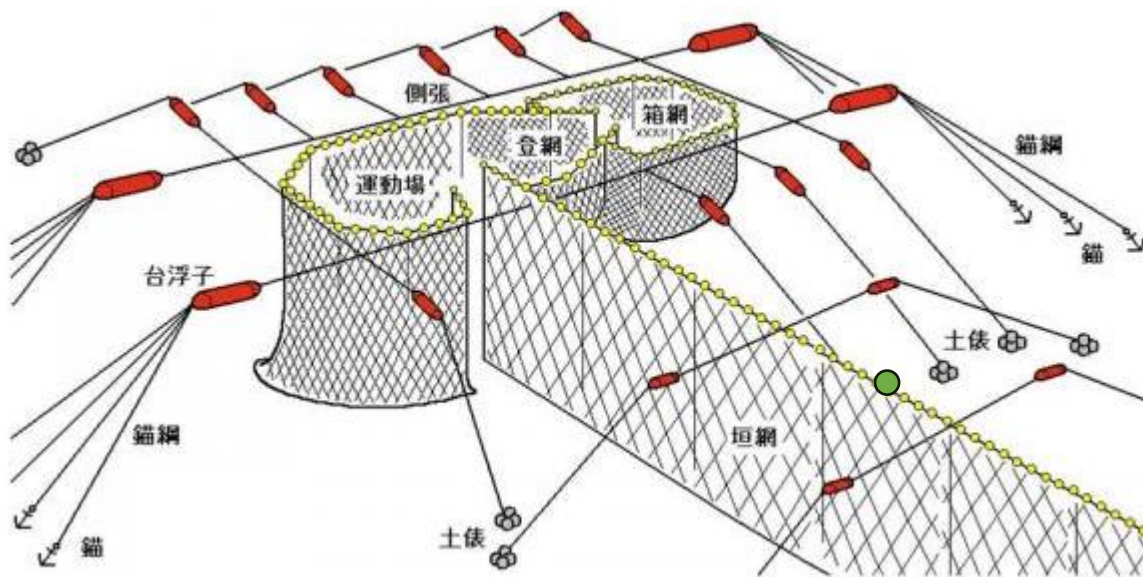


図 2-1-3 PLA フロートを設置した位置
図中●付近で PLA フロート耐久試験を実施



図 2-1-4 試作品の全体図

フロートを 3 個 2 列連絡させて、PLA ロープで固定し、3kg の錘(○で囲んだ部分)を付けた。



図 2-1-5 海面に設置した状況

・ 事前試験の結果

令和 5 年 5 月 19 日に設置後、1 ヶ月経た 6 月 19 日に回収した。6 月 3 日に台風 2 号が本州の南海上を東寄りに進み、海上は大しけだったようだが、引き上げたところフロートの変形はなかった。試験後の試作品は、メーカーに送り返し、空中重量と浮力を測定したところ、試験前と変化はなかった。

表 2-1-1 試験前後のフロートの重量変化

	重量(kg)	浮力(kg)
設置前 6 連 FADs (推定)	2.56	31.7
回収後 6 連 FADs	2.84	31.4



図 2-1-6 これまで変形が激しかった先端部の様子

特に形状に変化がなかったので、この試作品を海外まき網漁船の放流実験に使用した。

3 令和 5 年度エコ FADs 放流実績

用船調査期間：令和 5 年 8 月 21 日から令和 6 年 3 月 19 日

第 1 次航海 令和 5 年 8 月 28 日～9 月 9 日

第 2 次航海 令和 5 年 9 月 14 日～10 月 27 日

第 3 次航海 令和 5 年 11 月 7 日～12 月 4 日

第 4 次航海 令和 5 年 12 月 20 日～令和 6 年 1 月 12 日

第 5 次航海 令和 6 年 1 月 30 日～3 月 4 日

用船船舶：海外まき網漁船 第一大慶丸（海洋水産資源開発事業）

放流海域：熱帯太平洋中西部海域（北緯 20 度から南緯 20 度、東経 130 度から西経 150 度）

放流期間：令和 5 年 10 月 15 日から令和 6 年 2 月 22 日（7 月から 9 月が FADs 放流禁止期間のため）

放流台数：33 台

① 第 2 次航海の令和 5 年 10 月 15～21 日：13 台

② 第 3 次航海の令和 5 年 11 月 12～14 日：12 台

③ 第 4 次航海の令和 5 年 12 月 28 日：2 台

④ 第 5 次航海の令和 6 年 2 月 7～22 日：6 台

点検・操業台数：点検 15 台 23 回（内、操業は 7 台）

3 - 1 令和 5 年度 海外まき網船におけるエコ FADs 放流調査概要と結果

令和 5 年度に使用したエコ FADs の基本仕様を以下及び図 2-1-7 に示す。

- ・浮体：改良型 PLA 製フロート（R5 型）を抱き合わせた浮体（R5 型 8 個 または、R5 型 2 個 + EVA4 個）
- ・垂下体：24mPLA 製ロープ（50～60 m、幹綱部分）× 1 本
PLA 製シート（1.1 m × 5 m、集魚体部）× 10 枚
麻製ロープ（1.5m×3 本、集魚体部）× 5 個
（通常素材：PP シートや塩袋も随時付随）
- ・おもり：チェーンなど

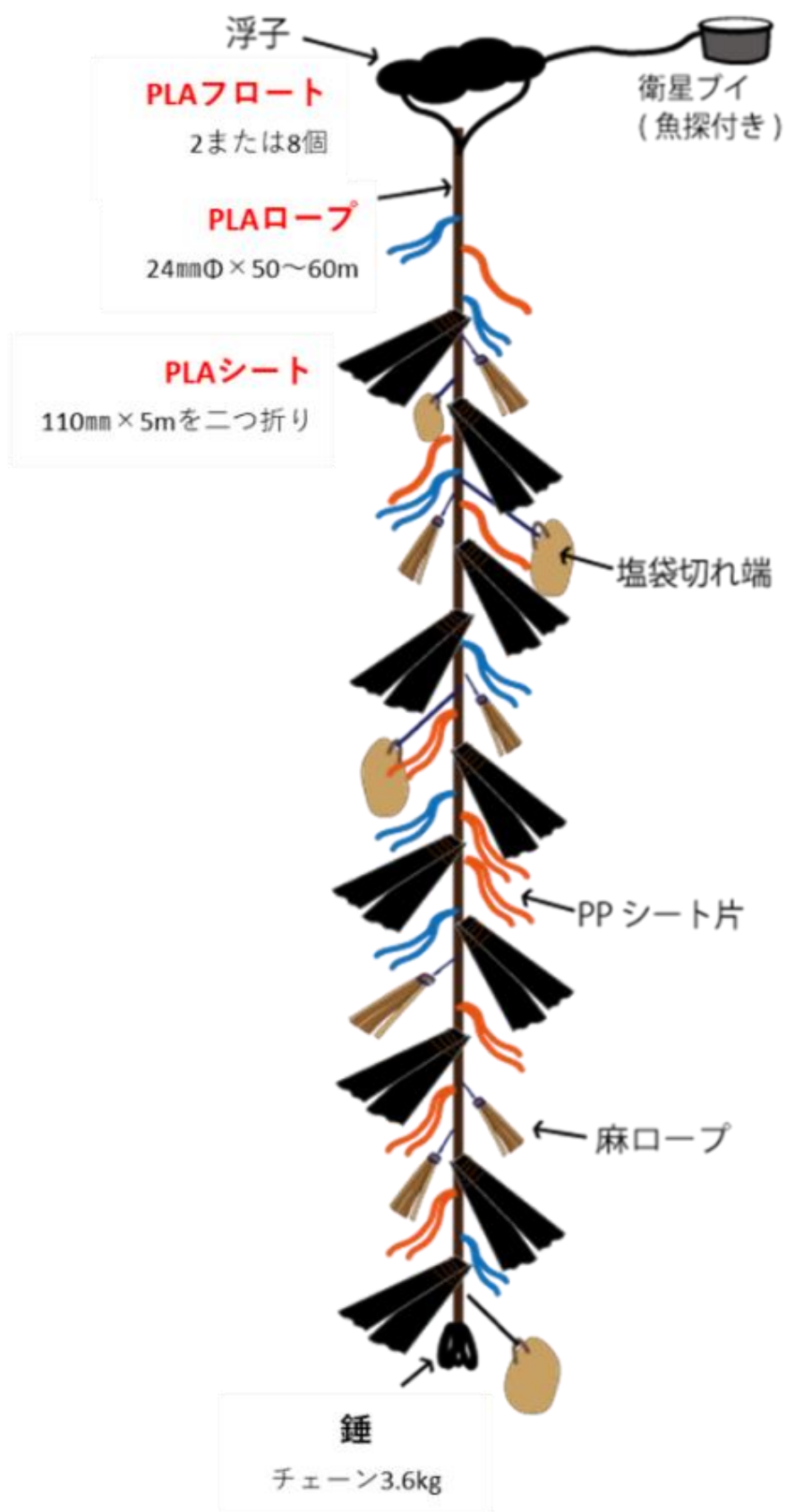


図 2-1-7 令和 5 年度に使用したエコ FADs の基本仕様

放流した代表的な浮体の写真を図 2-1-8 に示す。

エコ FADs の浮体を PP シートや網地でカバーをして使用した

写真左上：PLA フロート 2 個と EVA フロート 4 個を使用した浮体、

写真右上：PLA フロート 8 個を使用した浮体、

写真中段：PP シートで覆った浮体、

写真下段：網地で覆った浮体



図 2-1-8 令和 5 年度に使用したエコ FADs の基本仕様

・点検・回収状況、及び視認形状：

①第1次航海において、令和4年放流分の漂移日数322日のR4-2型のPLAフロートを使用したFAD1台を点検・回収した。(図2-1-9)

垂下体がついている下部方向への荷重のため、浮力体が湾曲し、フロート同士が接する部分での破損が見られた。

写真左上：外観、

写真右上：各フロート同士の接触部分の破損、

写真下段：破損した各PLAフロート)。



図2-1-9 令和4年放流分(漂移日数322日)のPLAフロートの破損状況

②第4次航海において、漂移日数2～55日の7台のエコFADを点検・操業・回収した(図2-1-10)。

点検した浮体は漂移日数2日の浮体を除いた3台いずれも浮体部分の渡し綱として固縛している箇所のR5型に、摩耗による破損が見られた。

写真上段：漂移日数54日のR5型の外観と破損状況

写真下段：漂移日数55日のR5型の外観と破損状況



図2-1-10 漂移日数54日と漂移日数55日の外観と破損状況

③第5次航海において、漂移日数1～131日の9台エコFADsの点検・操業・回収をした。(図2-1-11)点検した浮体のうち漂移日数1～3日を除いた漂移日数93～131日の4台の浮体では、浮体部分の渡し綱として固縛している箇所にあるR5型に、摩耗による破損

上段：漂移日数93日のR5型8個を使用した浮体の外観と破損状況、

中段：漂移日数131日のR5型8個を使用した浮体の外観と破損状況、

浮体を覆ったPPシートが捲れR5型表面のPLAシートが完全に剥がれている浮体が確認された

下段：漂移日数125日のR5型2個とEVAフロート4個を組み合わせた浮体の外観。

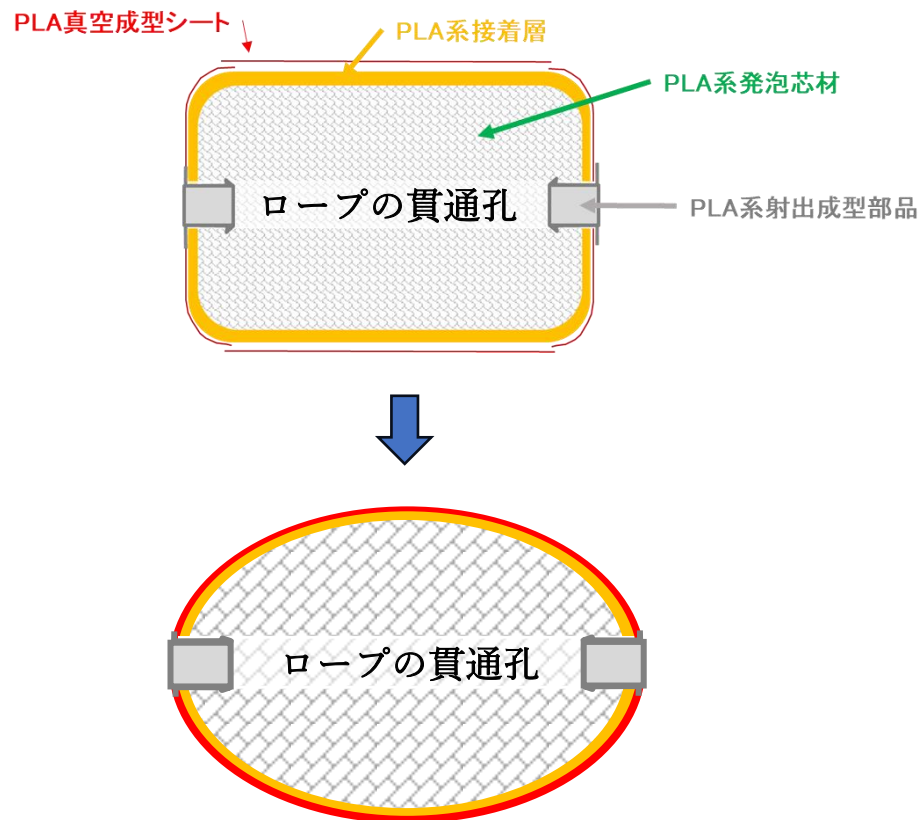


図 2-1-11 漂移日数 93～131 日の 4 台の浮体の様子

4 今後の改善点

①形状変更

今回の実験でもフロート同士が衝突・摩擦する部分が破損していた。このことから現在の円柱型からラグビーボールのような型にすることで衝突・摩擦の部分を減少し、変形を抑えることができる考える。



②耐摩耗性または耐衝撃性改良添加剤の使用

PLA 真空成型シートに PLA 用の耐摩耗性改良剤や耐衝撃性改良剤を添加することで摩耗に強くなると考える。

第2章 環境配慮型漁具の開発・実証

イ：生分解性フロートカバーの開発

協力：帝人フロンティア株式会社

1 緒言

図2-2-1，図2-2-2，図2-2-3に示す通り、海岸に漂着した発泡スチロール製フロートを見るとフロートカバーが無いものが多い。

フロートカバーは漂流している間に剥がれたものと考えられる。

フロートカバーはポリエチレン製のものとされ、ポリエチレンプラスチックは水より比重は軽いが、フロート使用中にフロートカバー表面にフジツボ等の付着生物が付く事により、フロートから剥がれた際に海底に沈むものとする。

フロートが漂流する理由には、筏に船舶が衝突したり、荒天で外れたりしたものもあり、漂流を完全に止めることは難しい。

そこで、海ですぐに分解される事なく使用に耐え、かつ漂流した場合、分解しうるフロートカバーの試作に取り組んだ。素材としては、仮に生物の体内に入ったとしても、生物の体内で消化されると言われている素材としてポリ乳酸を選択した。



図 2-2-1 海外に漂着したフロート



図 2-2-2 海外に漂着したフロート



図 2-2-3 海外に漂着したフロート

2 実験方法

フロートカバー原料の原料には100%ポリ乳酸スパンボンド不織布（目付：100g／ m^2 ）を用いた。ポリ乳酸は植物由来であり、海洋生物への影響が少ないと言われている。スパンボンド不織布は製造方法上、安価であり、すぐに量産できる。ポリ乳酸スパンボンド不織布は、現行のブルーシート生地よりも強度は劣るが、フロートの表面保護としては十分な強度を持っていると考えた。スパンボンド不織布は、連続した長い繊維で形成されているため不織布の中では比較的引っ張り強度が強い。フロートカバーの構造は市販されている物を参考にした。

フロートカバーは、2023年10月14日に愛媛県久良漁港内湾に設置した。

作成したフロートカバーの写真を図2-2-4に、設置時のフロートの写真を図2-2-5に示す。



図 2-2-4 作成したフロートカバー



図 2-2-5 設置時のフロート

3 実験結果

設置時から回収時までの水温データは以下の通りである。

水温データ（愛南町水域情報ポータルより）

10月15日	24.8℃
11月10日	23.6℃
11月17日	21.5℃
11月24日	20.8℃

図2-2-6～2-2-8に示す通り、2023年11月30日にはフロートカバーの崩壊が確認された。

約1.5ヶ月間でフロートカバーの一部が崩壊し、不織布の形状を保てなくなった。



図 2-2-6 崩壊したフロートカバー



図 2-2-7 崩壊したフロートカバー



図 2-2-8 崩壊したフロートカバー

崩壊したフロートカバーについては、メーカーに送り返し、分子量と引張強度を測定した。結果を表2-2-1に示す。

表2-2-1 フロートカバーの分析結果

	サンプル名	実験前	実験後
分子量分布	数平均	88,662	91,498
	重量平均	170,196	167,099
	分散比	1.92	1.83
物性	強度(N/15mm)	27.273	27.537
	伸度(%)	19.544	18.965

4 考察

物性調査、重量分子量調査低下共に、それほど大きい低下がなかった為、カバーが崩壊した原因は繊維断糸で生じたものではなく、崩壊はスパンボンド不織布の繊維間の接着強度が落ちた結果と考えられる。

今後、繊維間の接着強度が落ちた結果を検証するため、走査電子顕微鏡 (SEM:Scanning Electron Microscope)観察を行う予定である。

走査電子顕微鏡(SEM)は光学顕微鏡をはるかに凌ぐ分解能を有するため、材料や半導体デバイス、医学、生物学など、様々な分野で幅広く利用されている。(JAIMA 一般社団法人 日本分析機器工業会のHPから抜粋)

不織布ではなく、今後は織物の開発も視野に入れる。強度改善を目的とし、織物を開発し、樹脂には、生分解性ポリエステルを用いる予定。

第2章 環境配慮型漁具の開発・実証

ウ：PLA 牡蠣殻コンパウンドを主原料とした豆管生産のための基礎検討

協力：一般社団法人アバリワーク

株式会社津元商店

1 目的

カキは日本中で養殖が行われ、みなと山口合同新聞社調べでは、ブランドカキだけでマガキは20道府県に47種、イワガキは10府県に16種も存在する。ブランドを4種もつ漁協もある。このように盛んに行われているカキ養殖の種苗はほとんど天然の種苗を採取している。この時に使用されるのが長さ1cm程度の「豆管」と言われる部材である。この部材はカキ養殖が行われている地域の海岸には必ず漂着している。「豆管」と似ている部材に長さ20cm程度のカキパイプがある。これは広島県でしか使用されていないが、「豆管」は全国のカキ養殖場で使用されており、全国の海岸に漂着している。多くはポリエチレン製で水より軽いことから、流出すると漂流し、分解しないので、マイクロプラスチックになる。分解しなくても小さいので、海鳥が啄んだり、海洋生物が飲み込む危険性は考えられる。

そこで、この対策として、海洋生物が飲み込んでも害がない(又は少ない)素材に転換していくことが重要と考えられる。過去には竹を使用していた時代もあるようだが、竹林の管理が困難な現代において、得策とは考え難い。本事業ではポリ乳酸をベースに地元で発生する牡蠣殻を混入した「豆管」の開発を行っている。

令和5年度は「豆管」の試作について取り組んだ。

2 牡蠣殻の特徴

(1)期待

①炭酸ガス固定

牡蠣はその殻を形成するために海中の二酸化炭素を吸収・固定し炭酸カルシウム(CaCO_3)を生成しながら成長する。牡蠣養殖はブルーカーボンの一つとして気候変動の防止に寄与する重要な産業として注目される側面を有する。

②高評価な環境素材

環境評価の指標として有用視されているLCA(LCI)の観点から、牡蠣殻を含む材料は低LCI材料として活用することが理論的に可能である。

③海洋生態系へのカルシウム供給

牡蠣殻は生態系にも利益をもたらすことが知られており、サンゴ礁などの生態系において、カルシウム供給源として重要であるとされる。

(2)課題

①収集と処理の課題

牡蠣殻の収集ではカキパイプなどのプラスチック製品が混ざっている。分別を徹

底しなければ、牡蠣殻の利用が進まない。

②ローカルな資源

牡蠣は全国で生産されているが、広島県の生産量が全国の 6 割以上を占めており、牡蠣殻は広島県を中心に瀬戸内海に多い。

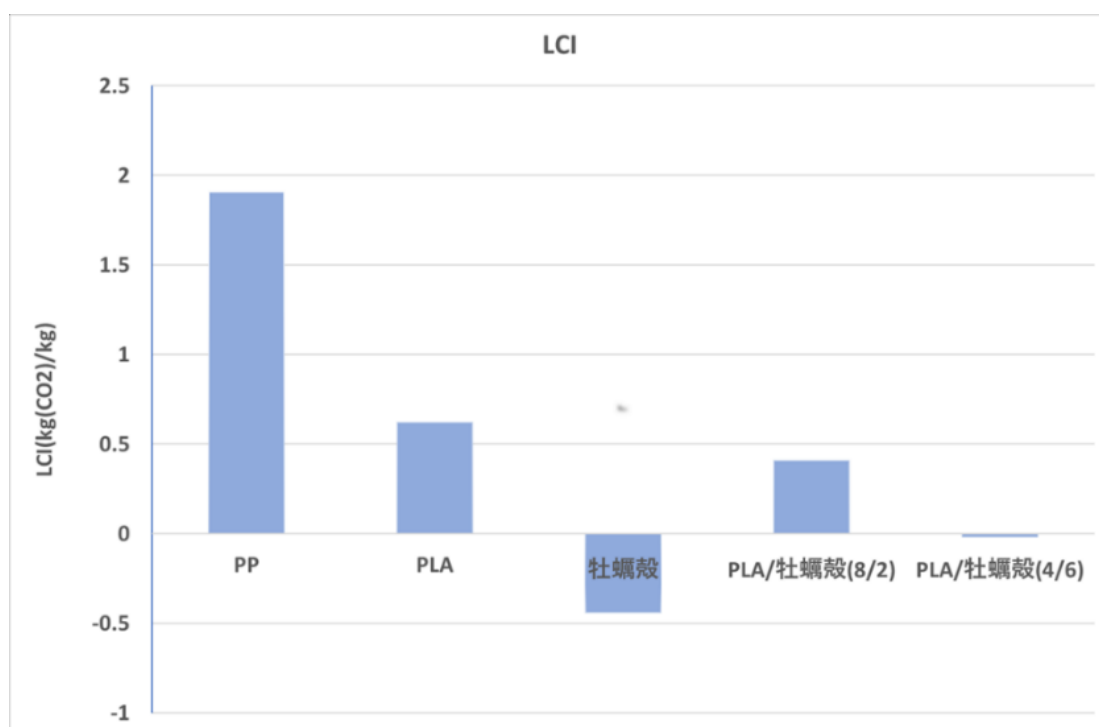


図 2-3-1. LCI から見る牡蠣殻/PLA コンパウンドの利点

このグラフは、LCI(「Life Cycle Impulse」の略)では牡蠣殻 100%の材料で製品化すれば CO₂ を吸収した製品となり、PLA/牡蠣殻(80%/20%)の場合は 0.4kg(CO₂)/kg 排出した製品となり、PLA/牡蠣殻(40%/60%)であれば、ほとんど CO₂ を排出しないで製造できることを示している。

3 結果と考察

(1) ラボプラストミルでの基礎データ把握

東京都産業技術研究センター所有のラボプラストミル4C150にて牡蠣殻入り PLA コンパウンドの混錬試験を実施した。

基材樹脂としてはネイチャーワークス社製 Ingeo2003D(表 2-3-1) を使用し、混錬前には予め 50℃恒温下の熱風循環式オープン中で 24 時間以上乾燥した原料を使用した。牡蠣殻パウダーはト部産業株式会社にて調整した商品名オイスター(表 2-3-2) を使用した。出荷元指標では、水分 0.5%ということではあったが、コンパウンド化においては水分の影響が出ることでより試験結果を正しく判断することが困難な可能性もあるため、基材樹脂同様に 50℃恒温下の熱風循環式オープン中で 24 時間以上乾燥したものを使用した。

図 2-3-2 に使用したラボプラストミルのスクリーデザインを示し、図 2-3-3 に混錬条件を示す。吐出は概ね 500g/hr の運転であり、ヒーティングブロック設定はホッパー下 190℃からヘッドにかけて 220℃、ダイ 220℃で実施した。

表 2-3-1. Ingeo2003D の物性

Typical Material & Application Properties ⁽¹⁾		
Physical Properties	Ingeo 2003D	ASTM Method
Specific Gravity	1.24	D792
MFR, g/10 min (210°C, 2.16kg)	6	D1238
Clarity	Transparent	
Mechanical Properties		
Tensile Strength @ Break, psi (MPa)	7,700 (53)	D882
Tensile Yield Strength, psi (MPa)	8,700 (60)	D882
Tensile Modulus, kpsi (GPa)	500 (3.5)	D882
Tensile Elongation, %	6.0	D882
Notched Izod Impact, ft-lb/in (J/m)	0.3 (16)	D256
Shrinkage is similar to PET ⁽²⁾		
Heat Distortion Temperature (°C)	55	E2092

(1) Typical properties; not to be construed as specifications.

(2) Refer to Ingeo biopolymer Sheet Extrusion Processing Guide

表 2-3-2. 牡蠣殻パウダーの成分分析

成分分析報告書

2023年09月07日

製造名	オイスター		
製造メーカー			
購入先			
分析依頼内容	保証内容	23.04/19測定	23.09/07測定
1.水分		0.50%	0.50%
2.硬度			
3.崩壊			
4.粉化率			
5.粒度分布			
6.比重		0.581	
7.塩素濃度 NaCl		0.03%	
" Cl		0.02%	
8.アルカリ分			
9.苦土分			
10.磷酸分			
11.腐植酸分			
12.pH			
13.可溶性けい酸			
14.可給態けい酸			

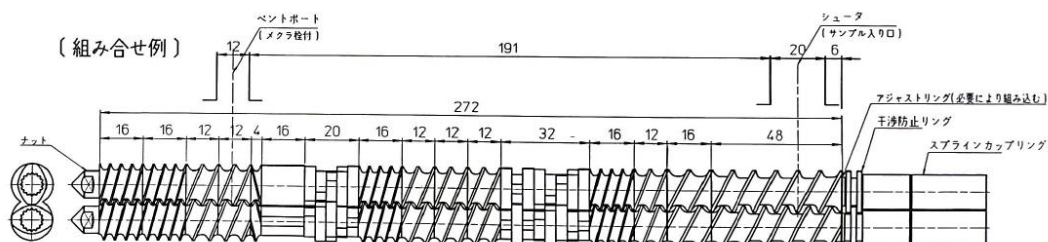


図 2-3-2. ラボプラストミル 4C150 のスクリューデザイン

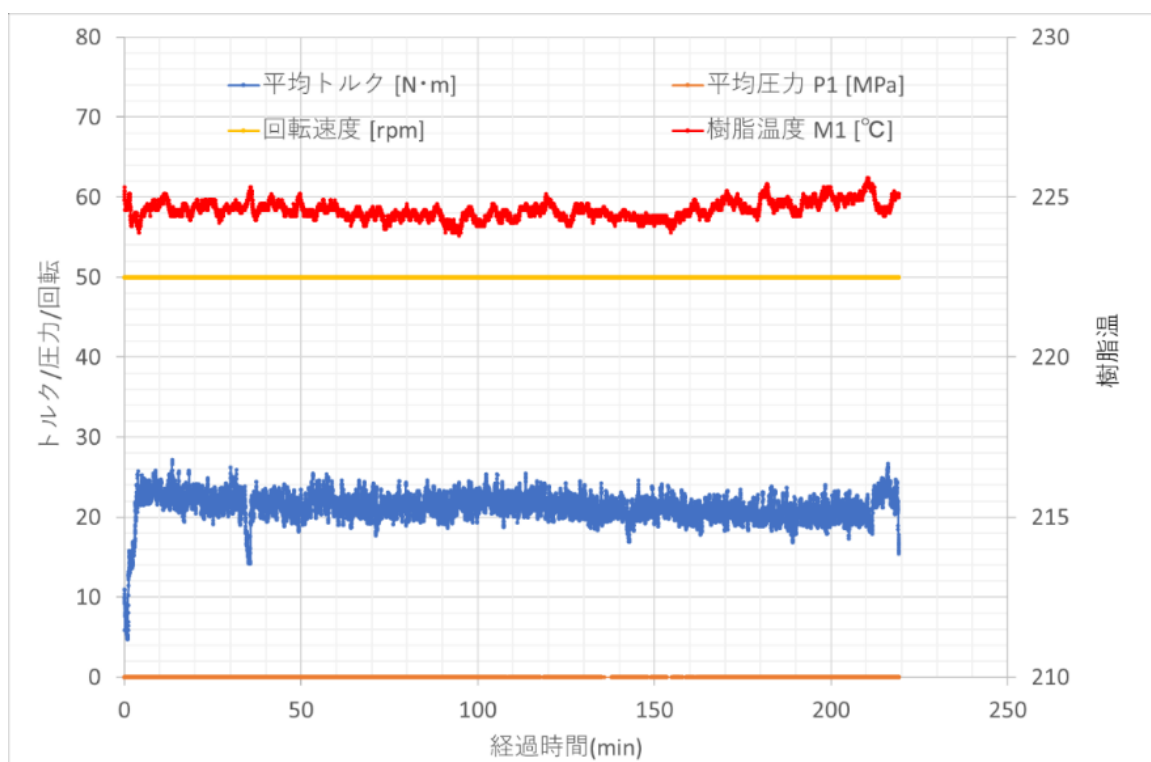


図 2-3-3. ラボプラスミル 4C150 の運転データ

コンパウンドは、含量として 20%と 30%及び 40%の 3 種類の作成を試みた。ドライブレンドでのホッパー投入のため全体的に粉体のホッパーブリッジが見られたが、定期的にホッパー内の攪拌を行うことで、サンプリングへの影響は少ないと判断した。サンプリングは 20%並びに 30%で可能であり、推定平均粒径で 1 mgのマイクロペレットとして採取した。一方、40%ではストランドが顕著に脆い状態となり、ペレット化が困難となり、サンプリングを断念した。

得られたサンプルペレットは、50℃ x (-76cmHg)の真空乾燥機で 2 時間以上乾燥し、密度測定並びにダンベル作成に供された。

密度はメスシリンダーでの水没法により計測した。牡蠣殻パウダーの密度に関しては、文献より炭酸カルシウムの密度として得られた数値で代用している。結果を表 2-3-3 及び図 2-3-4 に示す。

密度の傾向から、コンパウンド密度は牡蠣殻コンパウンドに対して下突カーブを描く傾向があることから、PLA と牡蠣殻パウダーにおいては非相溶系であると推定できた。

40%コンパウンドの作成結果からもストランドが脆化した原因として推定でき、改善には相溶化剤の検討などの相溶性を向上させる第 3 成分の使用が必要になると想定できた。

表 2-3-3. 密度

牡蠣殻コンパウンド(%)	0	20	30	100
密度(g/cm ³)	1.24	1.32	1.59	2.83

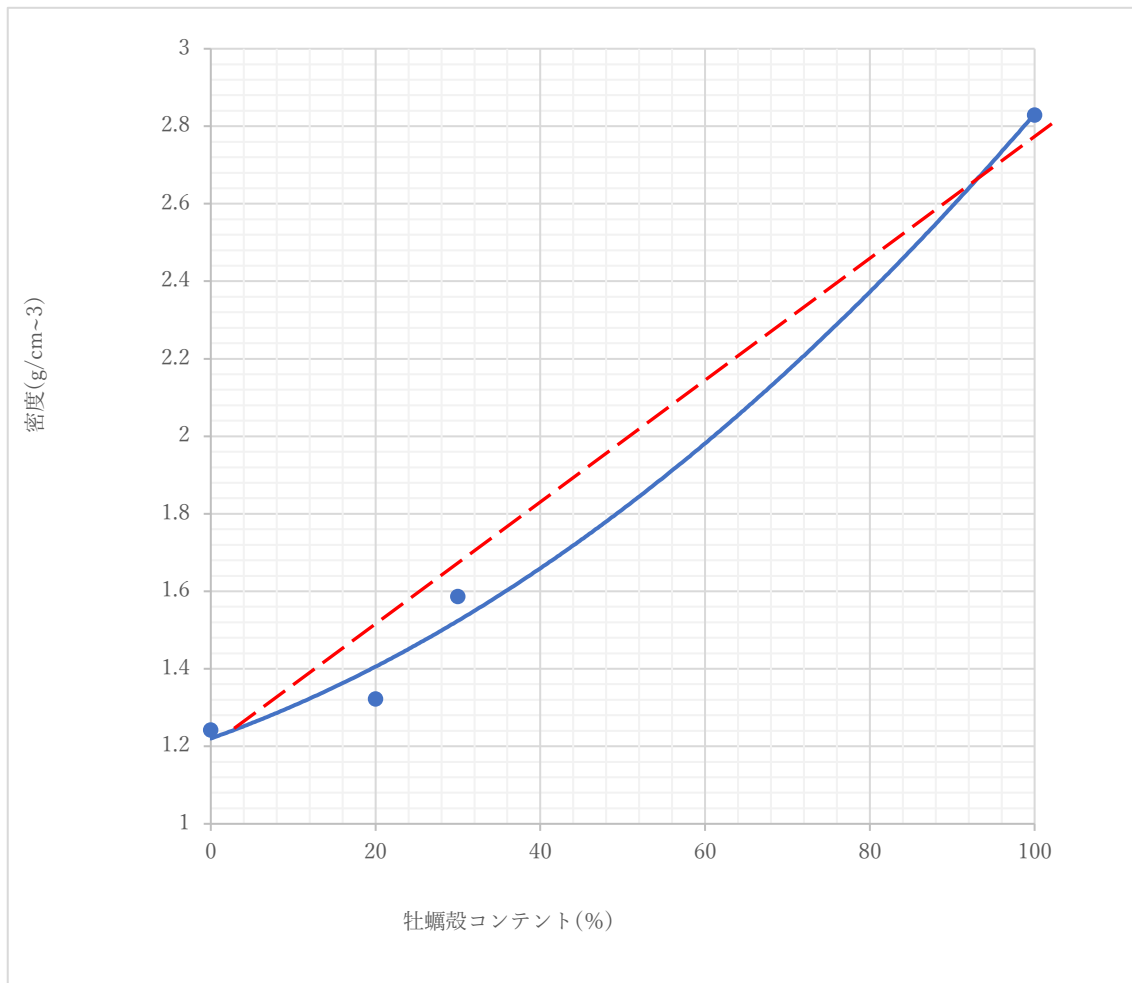


図 2-3-4. コンパウンド密度の変化

乾燥コンパウンドを 200℃ヒートプレスで約 1 mm厚みのシートに調整し、トムソン刃による抜き処理でダンベルとした。抜き型は JIS K6251 6 号ダンベルを使用した。

ブランクとして用いたニートレジンと 20%コンパウンドのダンベル作成は支障なく作成できた。一方で、30%コンパウンドに関しては、脆性が顕著でありダンベルの打ち抜きでシートの割れが発生することから、実用性に乏しいと判断し、サンプル作成を見送った。図 2-3-5 に引張強度測定結果を Stress-Strain 曲線として得られた結果を示す。比較として PA12 と LLDPE も掲示した。

20%コンパウンドの引張強度特性はニートレジンに比較して弾性率が 1.6 倍に向上する傾向が見られた一方で、伸び性は大きく低下する結果となった。今回のコンパウンドの使用目的としては、牡蠣養殖に使用する豆管があるが、強度の要求性能としては圧縮強度主体と見込まれることから、一定程度の使用できる可能性は存在するものと推定した。

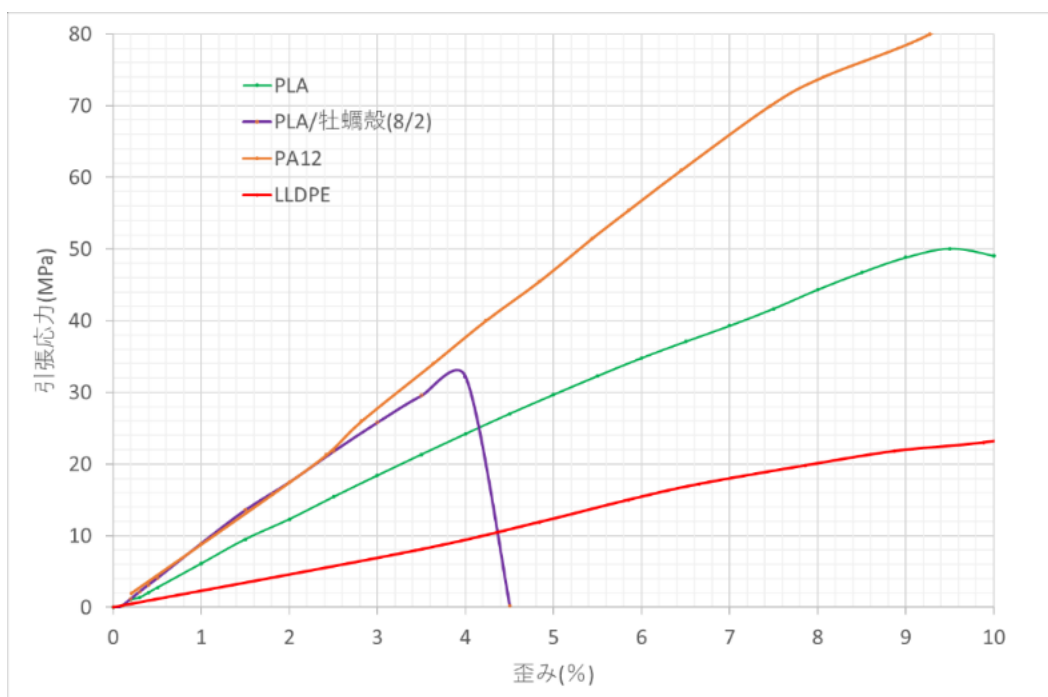


図 2-3-5. 引張特性

(2) 二軸押し出し機を用いた豆管生産用コンパウンド原料試作

東京都産業技術研究センターで試作した牡蠣殻 20%コンパウンドで豆管試作のためには 20kg 以上の原料準備が必要なことから、近隣で試作可能な設備として埼玉県産業技術総合センター所有の二軸押し出し機を使用して試作した。

原料処方、PLA/牡蠣殻パウダー(80/20)とし、東京都産業技術研究センターで使用した同一ロット原料での試作としている。

また、埼玉県産業技術総合センター所有の二軸押し出し機の機器情報を表 2-3-4 に示

す。

表 2-3-4. 埼玉県産業技術総合センター所有二軸押し出し機

メーカー名	テクノベル
型番等	KZW25TWIN-30MG-STM
スクリー系	25mm
L/D	30
最大設定温度	350℃
最大回転数	300rpm
スクリーデザイン	N.D.

表 2-3-5. PLA/牡蠣殻パウダー(80/20) コンパウンド試作結果

Date		2023/9/25 14:34		2023/9/25 15:06		2023/9/25 15:52	
		Setting	Displayed	Setting	Displayed	Setting	Displayed
C1	degC	205	205	205	205	205	205
C2		200	200	205	200	205	200
C3		195	190	195	190	195	190
C4		190	190	190	190	190	190
C5		188	188	188	188	188	188
D		185	185	185	185	185	185
RT		200		199		200	
RP	MPa	2.1		1.9		1.8	
Screw	rpm	62		80		80	
	A	12.6		12.7		12.7	
Feeder	rpm	35		42		42	
Q	kg/hr	5		6		6	

東京都と埼玉県の装置では、温度測定位置の違い、スクリーデザインの違いなどがあるものの埼玉県の装置では約 25℃ほど低い樹脂温度での試作となった。埼玉県の二軸に関してはスクリーデザインのデータの記録がないため、正確な照合ができないが、埼玉県産業技術総合センター所有の二軸押し出し機導入経緯が、PP へのスメクタイトのナノ分散を目的としていたようであったことから、ホッパー下からの高混錬エレメントの配置が想定できた。吐出を抑えた運転となったためにせん断発熱が抑えられていたことも影響しているものと推定した。一方で、得られたコンパウンドの密度は 1.35g/cm³であったことから、品質的には東京都で試作したコンパウンドと同等であろうと推定した。

(3) 豆管生産検討

㈱津元商店量産設備を用いた豆管の生産トライを実施した。用いた押し出し機は㈱栗巣鉄工製 50mm 単軸押し出し機(L/D=25) であり、標準的なフルフライトスクリュウでの異形押し出し機と推定した。

ダイス構造は標準的な丸パイプ押出用と思われ、リップから出たストランド状パイプを連続的に引き取り水冷後に風車型ストランドカット機で任意形状にカットする構造となっていた。ストランド本数は1本取りであった。

ホッパー上部にはホッパードライヤーが設けられており、熱風循環式乾燥設備となっている。通常は 70℃での運転を行っているようだが、今回はPLAであることから、ガラス転移温度を超えない温度で乾燥を行うのが無難と考え、50℃ x 12 時間の事前乾燥を行うこととした。

<牡蠣殻 20%コンパウンド押出トライ>

前日に、2003Dバージン原料でページを実施後、停止した状態の押し出し機を試験当日に再昇温し、事前乾燥しておいた牡蠣殻 20%コンパウンド単体での押出トライを開始した。当初、オイル上の樹脂の吐出が観察されたが、置換されるとともに良質な粘性状態となり、試験開始直後は順調にストランドが得られていた。水槽からカッターに入るまでは安定しているように見えたが、ストランドが硬すぎるためにカッターが力負けしているようで、切断面が滑らかではなく割れた状態で得られていた。このためカッター負荷が大きくなり、ストランドの引き取りが不安定となりカッターで詰まりを生じたため、押出機を緊急停止した。

カッタートラブルを処置した後に、再起動をかけたが、押出機内樹脂の排出を失念していたようで、オーバーロードでインバータトリップが観察された。原因は定かではないが、押出機のシリンダー設定温度から PLA の機内結晶化が疑われたため、表 2-3-6 の設定温度を 200℃に変更して再起動したところ、樹脂流動は確保でき安定して吐出できたが、適切加工温度ではないため押出ながらシリンダー温度を再度 170℃に下げる操作を試みた。しかしながら 170℃に到達する直前に再度モーター負荷が発生する現象を確認したことから、試作を優先するための残原料確保を目的に牡蠣殻 20%コンパウンド押出トライを中断した。

試験後に関係者で打ち合わせたところ、原因の特定並びに牡蠣殻 20%コンパウンド押出の安定条件確立には至っていないが、まずは牡蠣殻入りPLA製豆管の試作を優先することとし、コンパウンドを 10%に変更して、後日再トライとするように計画変更を行った。

<牡蠣殻 10%コンパウンド押出トライ>

前回トライでの牡蠣殻 20%コンパウンドの残量は約 10kg であったため、同量の 2003D ニートレジンとドライブレンドを行い、50℃×12 時間の事前乾燥を行った後に表 2-3-6 の条件に従い試作を開始した。

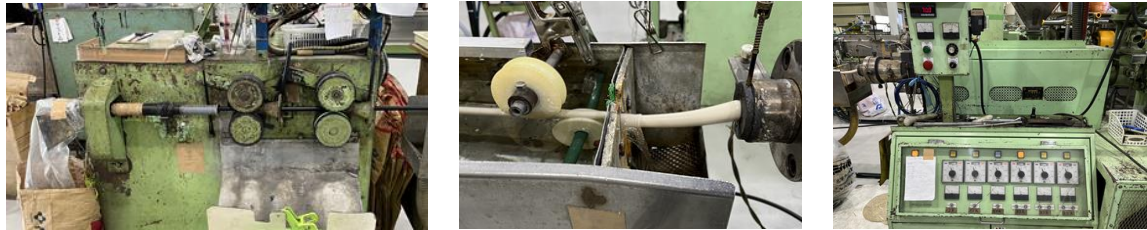
10%系では起動から運転条件は安定し、押出機への負荷もなく生産することは可能であった。また、カッター部での切断面の良化及びストランドの安定引き取りを目的にカッターでの温風での再加熱をライン上加えたところ効果を発揮し、製品として出荷できる外観に近いものが得られることが認められた。

表 2-3-6. 豆管生産条件と豆管性状

Date			回収PE原料		2023/12/14 牡蠣殻20%		2023/12/27 牡蠣殻10%	
			Setting	Displayed	Setting	Displayed	Setting	Displayed
C1	degC		160	156	155	155	170	170
C2			170	160	155	150	170	170
C3			165	159	155	150	170	170
H1			175	175	155	161	170	170
H2			175	175	155	162	170	170
ダイ			175	175	155	162	170	170
樹脂温			-		-			
樹脂圧	MPa		-		-			
スクリー	rpm		87		82		70	
	A		20		16		20	
吐出	kg/hr		25		-		20	
豆管	重さ	g	0.61		1.41		0.92	
	平均外径	mmΦ	15.2		15.5		15.5	
	長さ	mm	14.4		16.5		14.5	
	肉厚	mm	0.9		1.4		1.1	
	密度	g/cm ³	-		1.35		1.30	

牡蠣養殖用牡蠣パイプ及び豆管を生産している(株)津元商店をモデルケースとして現量産機での豆管生産の可能性の確認を実施した。現状では不安定要素も多分に含んでいるため生産可能とする断定的な結論は下せないが、牡蠣殻 10%コンパウンドでの豆管生産は十分に可能性を認められると推定した。

図 2-3-6 豆管試作風景



牡蠣殻 10%コンパウンドから得た豆管の実用性を確認する目的で現行PE製の製品との比較として圧縮試験による最大圧縮荷重の測定を行った。



図 2-3-7 豆管試作品

表 2-3-7. 最大圧縮荷重の測定(広島県立総合技術研究所西部工業技術センター測定)

試料名	試験片番号	最大圧縮荷重 (N)	最大圧縮荷重 (N)
		軸方向	径方向
豆管 (ポリエチレン製)	no.1	378	55.6 ^(*1)
	no.2	488	75.8 ^(*1)
	no.3	428	67.3 ^(*1)
豆管 (試作品)	no.1	4200	209
	no.2	3420	219
	no.3	3730	220

(*1 変位量 10mm での荷重)

万能試験機(AG-100kNE)による

試験速度 軸方向 V=1mm/min、径方向 V=5mm/min

試験片の数 各種 3 本

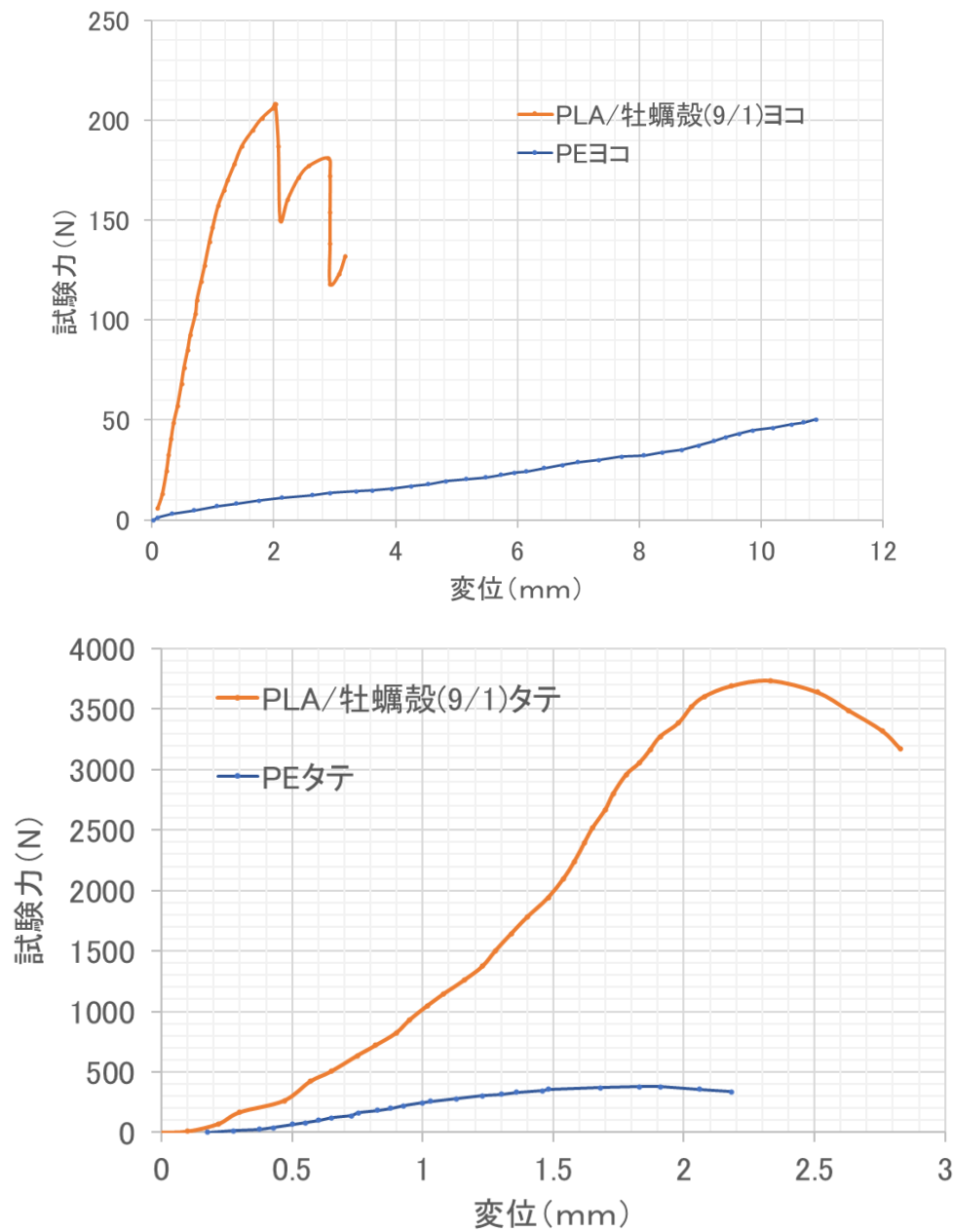


図 2-3-8 圧縮試験結果(上図：横方向、下図：縦方向)

表 2-3-7 及び図 2-3-8 の最大圧縮荷重測定結果によると、牡蠣殻 10%コンパウンドでの豆管は軸方向、径方向に関してポリエチレン製豆管を大きく上回る強度を有している事が確認できた。

将来的にはコンパウンドを発泡する技術を組み合わせることにより、使用原料の削減とコストダウンの可能性も考えられた。

4 牡蠣殻混入豆管の製造コスト

前述のとおり、牡蠣殻混入 PLA 豆管(混入率 10%) については、品質面では実用化に至る可能性が高い。一方で、価格面で現行の再生 LDPE と対抗できるのかについては、検証が必要である。このため、以下で検証を行う。

(1) 豆管 1 個当たりの原材料費

財務省貿易統計によれば、LDPE(低密度ポリエチレン) と PLA(ポリ乳酸) の輸入価格(令和 5 年 2023 年)の CIF 価格は以下の表 2-3-8 のとおりであり、LDPE(低密度ポリエチレン) は年平均で 195 円/kg、PLA(ポリ乳酸) は 450 円/kg であった。

表 2-3-8 LDPE(低密度ポリエチレン) と PLA(ポリ乳酸) の
輸入価格(財務省貿易統計)

	LDPE 単価(円/kg)	PLA 単価(円/kg)
令和 5 年 1 月	182	461
令和 5 年 2 月	196	400
令和 5 年 3 月	209	448
令和 5 年 4 月	183	424
令和 5 年 5 月	203	415
令和 5 年 6 月	216	432
令和 5 年 7 月	203	451
令和 5 年 8 月	202	525
令和 5 年 9 月	180	451
令和 5 年 10 月	183	452
令和 5 年 11 月	207	458
令和 5 年 12 月	176	479
平均値(円/kg)	195	450

一方、牡蠣殻パウダーは当機構調べで 160 円/kg、また現在豆管に使用されている再生 LDPE(低密度ポリエチレン) は当機構調べ(net 検索)で 50 円/kg であった。豆管は 1 個当たりの重量が凡そ 1g であることから、それぞれの材料で豆管を製造した場合の 1 個当たりの原材料費は以下の表 2-3-9 のとおりである。

表 2-3-9 まめ管 1 個当たりの原材料費

LDPE	PLA	PLA (牡蠣殻 10%混合)	再生 LDPE
20 銭	45 銭	42 銭	5 銭

この表 2-3-9 を見ると、牡蠣殻混入 PLA 豆管(混入率 10%)の原材料費は 42 銭、再生 LDPE 製豆管の原材料費は 5 銭で大きな開き(8.4 倍)がある。カキ養殖経営体に牡蠣殻混入 PLA 豆管を受け入れてもらうためには、製造コストを含めた価格(令和 4 年度当機構調査報告書から再生 LDPE 製豆管 1 個当たりの価格は 20 銭。加工費用他は 15 銭/個となる)で、少なくともこの差を 2 倍程度とする必要があり、その手法と妥当性について、以下の(2)及び(3)で検証を行った。

(2)低価格の牡蠣殻パウダーの混入割合を増やすことでコストダウン

牡蠣殻パウダーの混入割合を段階的に増やした場合の豆管 1 個当たりの原材料費は以下の表 2-3-10 とおりであり、牡蠣殻パウダーの混入率を 70%以上にすると、再生 LDPE 製豆管の価格(20 銭)の 2 倍程度(39 銭)に納まることが分かる。

表 2-3-10 牡蠣殻パウダーの割合を上げた場合の原材料費

PLA	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%
牡蠣殻パウダー	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
原材料費(銭/個)	42	39	36	33	30	27	24	21

(3)牡蠣殻混入 PLA 豆管(混入率 10%)の重量を減らすことでコストダウン

PLA(牡蠣殻 10%混合)製豆管は、圧縮強度検査の結果、原料を半減(50%)しても、LDPE 豆管と同等の圧縮強度を維持できることが明らかとなった。この結果を踏まえて、重量を半減させた PLA(牡蠣殻 10%混合)製豆管を製造した場合、再生 LDPE 製豆管の価格(20 銭)の 2 倍以下(36 銭)に納まる。(表 2-3-10 参照)

(4)上記 2 手法の評価

前述の 2 つの検証の結果、いずれにおいても製造コストを現状の豆管(再生 LDPE 製)の 2 倍程度に引き下げることが可能であることが分かった。しかも、牡蠣殻パウダーの混入率を 70%以上にして、更に豆管の重量を半減させると、牡蠣殻混入 PLA 豆管 1 個当たりの価格は 18 銭となり、再生 LDPE 製豆管の価格(20 銭)よりも安くなる。

(1)の牡蠣殻パウダーの混入率を 70%以上にするについては、製造技術の見直しが必要なこと(製造コストも高くなる可能性がある)から、実現までには暫く時間を要するものと思われる。ただ、この手法が成功すれば、カキ養殖経営体が自己調達できる原材料(牡蠣殻パウダー)の割合が飛躍的に高まることから、資源循環型のカキ養殖の実現という意味では、その実現に多少の時間を掛けたとしても、大いに価値のある取り組みである。

一方、(2)の牡蠣殻混入 PLA 豆管(混入率 10%)の重量を減らすことについては、今年度事業の結果、品質面と技術面の両面で既にその目途が立っており、先ずはこの試作品(豆管)を使ってカキ養殖の現場で実証試験を行うことが適当と思われる。

5 カキ養殖経営体の経済的負担とそれにより得られるメリット

(1)経済的な負担増

現行において再生 LDPE 豆管を使用しているカキ養殖経営体が PLA(牡蠣殻 10%混合)製豆管を導入した場合における負担増を試算してみると、以下の表 2-3-11 のとおりとなり、カキ養殖経営体の負担増は年間で 1 経営体あたり 3,680 円になる。この程度の金額であれば、カキ養殖経営体に大きな負担を強いることにはならないと思われる。また、近い将来、牡蠣殻パウダーの混入率 70%以上で、かつ重量を半減させた豆管の製造が可能になれば、カキ養殖経営体の経済的負担を今より軽減させることも可能(計算上は 1 経営体当たりで 460 円の減)であり、次年度(令和 6 年度)はこの手法の実現に向けた取り組みを加速させたいと考えている。

表 2-3-11 令和 4 年度カキ養殖経営体数と負担増

令和 4 年度カキ養殖経営体数	1720 経営体
豆管製造個数	4000 万個/年
1 経営体当りの豆管使用個数	2.3 万個/年(4000 万個/年÷1720 経営体)
1 経営体当りの豆管	(36 銭－20 銭)×2.3 万個/年＝3,680 円/年

(2)牡蠣殻混入 PLA 豆管導入により得られるメリット

牡蠣殻混入 PLA 製豆管を導入した場合に得られるメリットは以下の①～⑧のようにとても多い。今後、カキ養殖業が地元の自然と共生し、海洋環境の保全に努めながら、未永く事業を継続していく上で、牡蠣殻混入 PLA 製豆管の使用は、環境保全の面だけでなく、経営面でも大きなメリットを享受できることから、今後のカキ養殖が発展していく上で欠かせないものになっていくものと思われる。

- ①天然素材で出来ており、自然環境に優しい
- ②速やかに沈降するため、海洋生物の誤飲・誤食を防げる
- ③海洋生物が誤飲・誤食しても安全(消化・排泄される)
- ④処分困難になりつつある牡蠣殻の有効利用(自己完結型養殖)に道を開く
- ⑤海水に沈むため、他所に漂流・漂着して迷惑を掛けない
- ⑥これらの利点が生産したカキの販売促進・高付加価値化につながる
- ⑦国内外を問わず自然環境と調和した持続的な養殖手法との高い評価が得られる
- ⑧CO₂ の削減、化石資源の節約に貢献できる

第2章 環境配慮型漁具の開発・実証

エ：流出した漁具による海洋生物などを軽減する漁網の開発

協力：横山製網株式会社

【目的】

漁網は海洋流出後、海中を漂い、魚類・鯨類など海洋生物を絡めとる”ゴーストフィッシング”を起こすと言われている。

海洋に流出した漁網が生物に与える影響を軽減するため、ポリ乳酸（以下 PLA）製の糸を用いた漁網の開発を目的とし、PLA 漁網の製造及び網の耐候性試験を実施した。

1 PLA 漁網(刺網)製造

PLA 漁網(刺網)の製造においては、ユニチカ製 PLA（テラマック®）を用い、2 回にわたり製造を行った。1 回目は 20 反、2 回目は 50 反を製造した。

【糸の物性】

1 回目の製造に使用した「テラマック（2304）」、2 回目の製造に使用した「テラマック（2308）」及びナイロンそれぞれの主な物性については表 2-4-1 のとおり。

表 2-4-1 糸の物性

	繊度(dtex)	強度(cN/dtex)	強力(N)	伸度(%)
テラマック(2304)	2094	3.85	80.6	30.9
テラマック(2308)	2116	3.83	81.1	41.0
ナイロン	1944	5.1	99.1	50.0

【製造条件】

通常の漁網（刺網）は、主に以下の工程により製造している。

- ① 編網工程...専用機械により、縦と横の糸を結節し網状にする。
- ② 湯引工程...網を延伸し熱湯の中を通すことで、結節箇所の仮固定を行う。
- ③ 染色工程...指定の色に着色する。
- ④ 樹脂工程...薬品（樹脂）を付け結節箇所を固定するとともに風合や光沢を増進させる。
- ⑤ セット仕上工程...蒸気により網を延伸し網地全体を安定させる。

PLA 漁網の製造条件については、以下の表 2-4-2 のとおり。

表 2-4-2 製造条件

糸	「テラマック」8号相当
完成目合(※目合…網目の大きさ)	1回目：102mm 2回目：100mm
編網目合	1回目：105mm 2回目：102mm
湯引	水温：常温 延伸 103%
染色	無し
樹脂	無し
セット仕上	缶内温度 118℃ 時間 10 分 延伸 100.7%
数量	1回目：20 反 2回目：50 反

【製造に際しての考察】

製造するにあたって、PLA はナイロンに比べて、「硬い」、「脆い」、「伸度が小さい」及び「染色できない」といった性質が明らかになった。漁網(刺網)に求められる性能は「強力」、「伸度」及び「透明度」に優れたものであり、これらの面でナイロンに比べ大きく劣る。

しかしながら、2回目の製造に使用したテラマック(2308)は、1回目のテラマック(2304)に比べ柔らかく伸度も出てきていることなどを踏まえると、今後、研究や試作を重ねることにより、多くの面で改善されることが期待できる。

また、タコ壺の例など植物性由来の漁具の方が漁獲力に優れているような事例があるように、必ずしも漁網(刺網)に求められる性能が漁具全般に共通するものではないと考える。したがって、生分解性という強みだけでなく、PLA 糸の特性が活かされた用途及び製品の開発も漁網用途の改善と併せて今後の取組み課題としたい。

2 耐候性試験

PLA 網の耐候性試験を実施し、強度の変化などについて測定・検証を行った。

【試験内容】

本試験では、ユニチカ製 PLA（テラマック®）糸を用いた PLA 網とナイロン網それぞれの試験片に紫外線照射を行い、引張強度及び外観における品質保持力（劣化の進行）を測定し、検証を行った。紫外線照射時間を最長 200 時間とし、50 時間経過ごとの試験片を測定することで、変化や劣化の傾向を確認した。

なお、網の製造は表 2-4-3 のとおりの条件で行った。

表 2-4-3 網製造条件

	糸の太さ	完成目合	編網目合	湯引き時の延伸	セット仕上時		
					温度	時間	延伸
PLA 網	8 号	102mm	105mm	103%	118℃	10 分	100.7%
ナイロン網	8 号	127mm	134mm	106%	118℃	5 分	101.5%

試験の実施においては、岡山県工業技術センターにて以下の設備を利用した。

- ① 超促進耐候性試験機「アイ スーパーUV テスター SUV - W161」（岩崎電気㈱）
- ② 万能材料試験機「オートグラフ 50 k N」（㈱島津製作所）
- ③ 3D 測定共焦点顕微鏡「OLS4000-SAT」（オリンパス光学工業㈱）
- ④ 偏光顕微鏡「DMLP」（ライカ㈱）

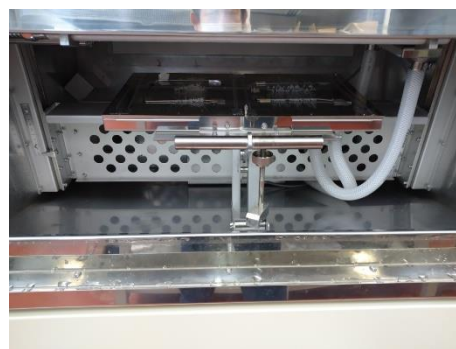
各試験の概要は以下のとおり。

《超促進耐候性試験》

紫外線照射においては、超促進耐候性試験機「アイ スーパーUV テスター」（岩崎電気㈱）により行った。本装置は、光源に放電灯の一種であるメタルハライドランプを採用しており、太陽光の約 20～30 倍の紫外線量、促進倍率は太陽光の約 100 倍程度とすることが可能である。

今回の試験では、以下の条件下で実施した。

- ① 最長 200 時間の紫外線照射（屋外暴露試験の約 2 年間に相当）
- ② 120 分間で 60 秒間シャワーを噴霧
- ③ 照射温度 63℃、照射湿度 50%



(試験片挿入部分)

図 2-4-1 超促進耐候性試験機「アイ スーパーUV テスター」(岩崎電気㈱)

《万能材料試験》

紫外線照射 50 時間経過ごとの試験片に対し、引張強度における品質保持力(劣化の進行)を計測した。万能材料試験機「オートグラフ 50kN」(㈱島津製作所)により試験を実施した。

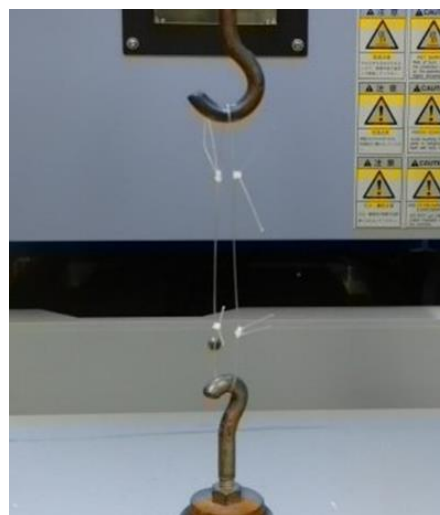


図 2-4-2 万能材料試験機「オートグラフ 50kN」(㈱島津製作所)

《顕微鏡観察① 3D 測定共焦点顕微鏡（レーザー顕微鏡）》

紫外線照射 200 時間経過の試験片に対し、3D 測定共焦点顕微鏡（レーザー顕微鏡）により糸表面の変化を観察した。「OLS4000-SAT」（オリンパス光学工業㈱）により試験を実施した。レーザー光と共焦点光学系により、高分解能な像を得ること、3D 立体画像を合成し高精度な高さ計測が可能となる。

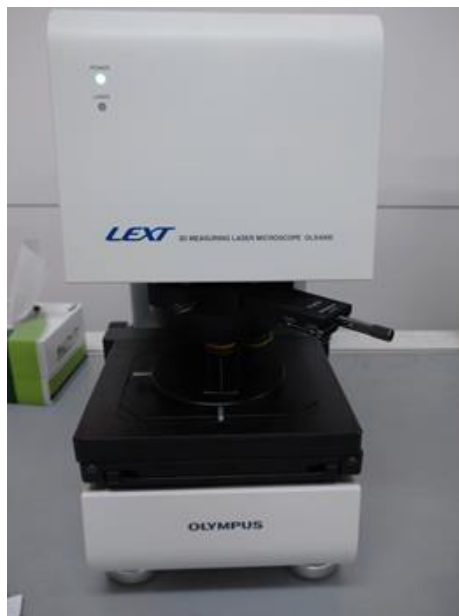


図 2-4-3 3D 測定共焦点顕微鏡（レーザー顕微鏡）

《顕微鏡観察② 偏光顕微鏡（実態顕微鏡）》

紫外線照射 200 時間経過の試験片に対し、偏光顕微鏡（実態顕微鏡）により糸表面の変化を観察した。「DMLP」（ライカ㈱）により試験を実施した。材料に直接偏光を入射した際の偏光状態の変化を光の明暗や色として観察する。



図 2-4-3 偏光顕微鏡（実態顕微鏡）

3 試験結果

3-1 万能材料試験

3-1-1 PLA 網の引張強度試験

以下に PLA 網試験片の引張強度と伸度の変化の関係を示した。

照射前及び 50 時間、100 時間、150 時間、200 時間経過した試験片の代表的な例を示した。

概ね紫外線照射時間の経過に従って強度、伸度とも低下が進んだ。200 時間経過した場合には、照射前に比べて強度は 5% 程度、伸度は 46% 程度それぞれ低下した。強度に関しては、低下が小さい結果となった。

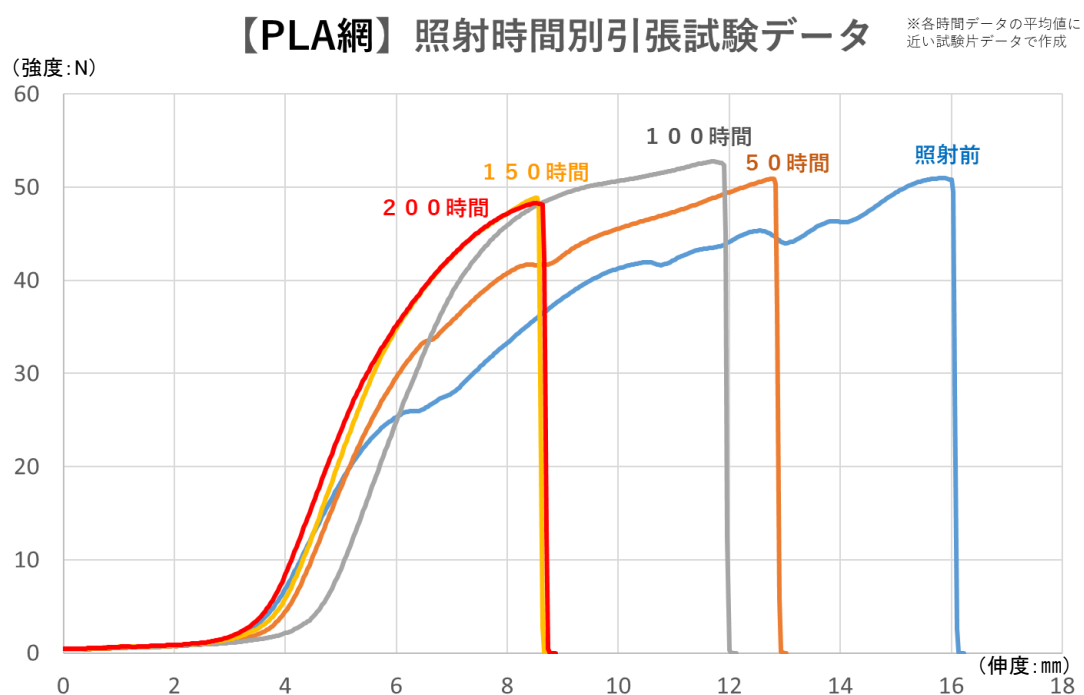


図 2-4-5 PLA 網の引張強度試験

3-1-2 ナイロン網の引張強度試験

以下にナイロン網試験片の引張強度と伸度の変化の関係を示した。照射前及び 50 時間、100 時間、150 時間、200 時間経過した試験片の代表的な例を示した。

概ね紫外線照射時間の経過に従って強度、伸度とも低下が進んだ。200 時間経過した場合には、照射前に比べて強度は 42% 程度、伸度は 50% 程度それぞれ低下した。強度、伸度とも大きく低下した結果となった。

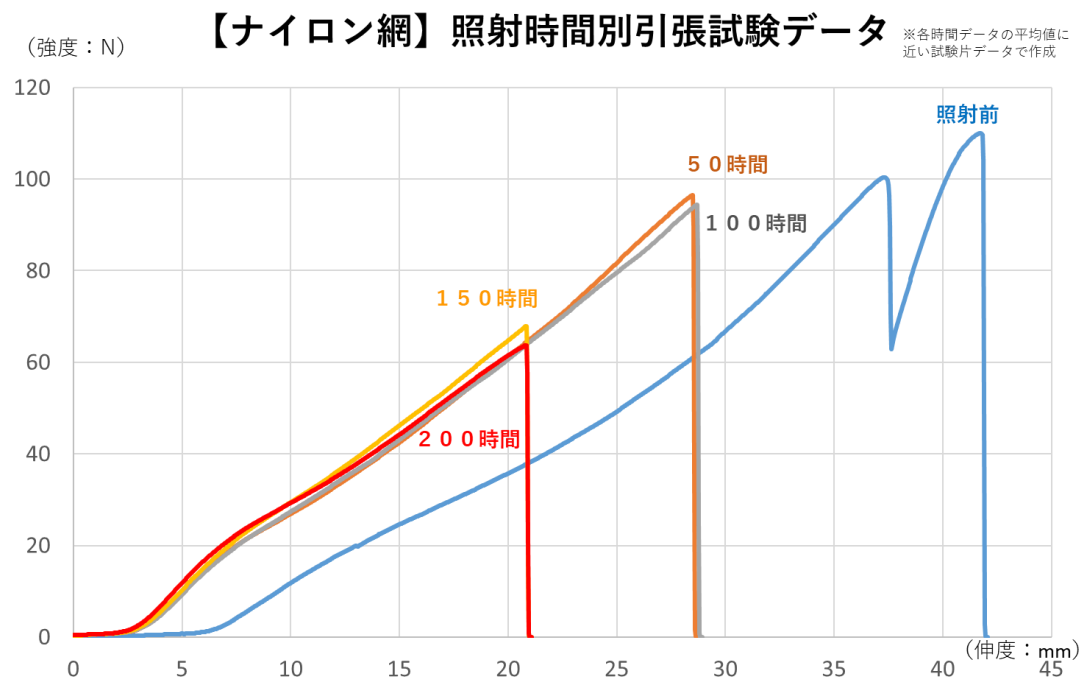


図 2-4-6 ナイロンの引張強度試験

3-1-3 PLA 網とナイロン網の引張強度の比較

以下に PLA 網とナイロン網の引張強度について、照射前に対する照射時間別の強度保持率の推移を示した。

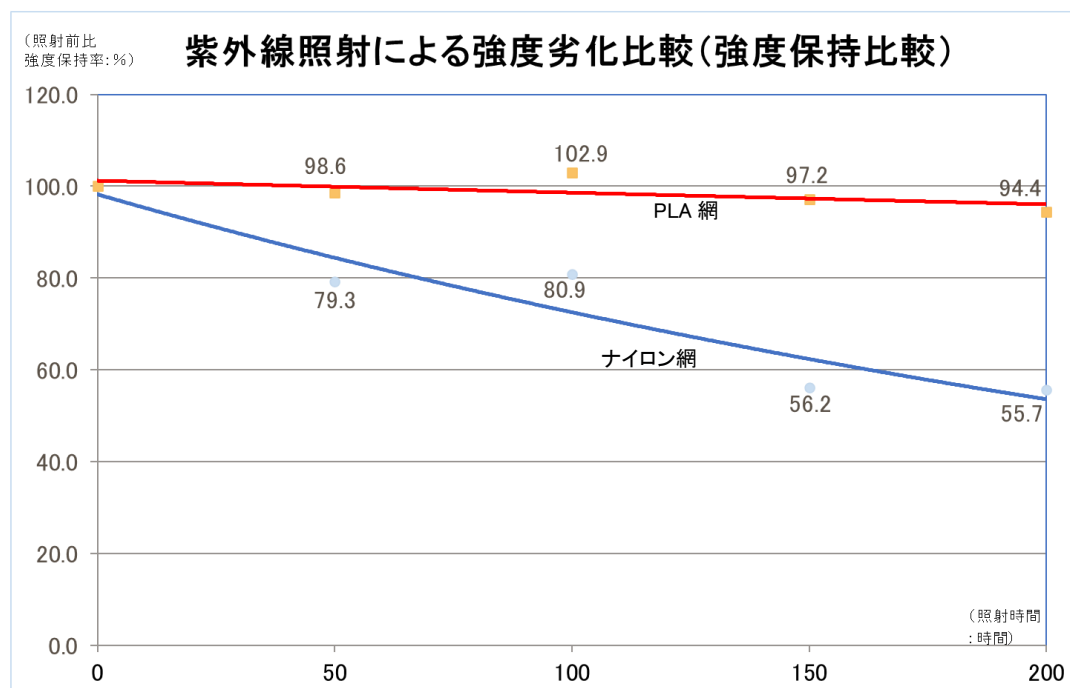


図 2-4-7 PLA 網とナイロン網の引張強度の比較

3-2 顕微鏡観察① 3D 測定共焦点顕微鏡（レーザー顕微鏡）

3-2-1 3D 測定共焦点顕微鏡（レーザー顕微鏡）による PLA 試験片の観察結果

以下に紫外線照射前及び照射 200 時間経過の PLA 試験片に対し、レーザー顕微鏡による観察結果を示した。

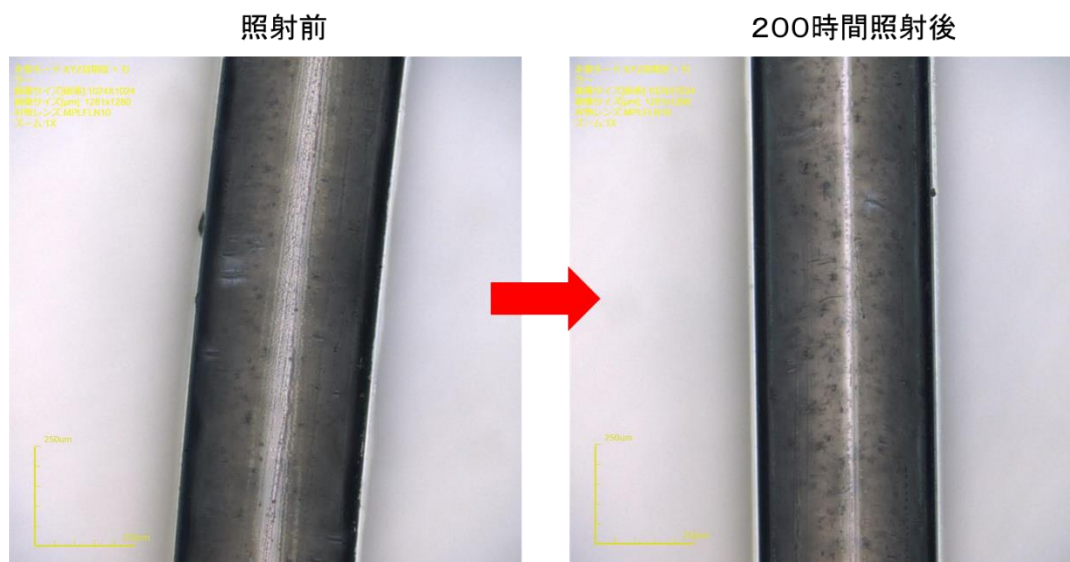


図 2-4-8 紫外線照射前に比べ、照射 200 時間経過後の表面形状に大きな変化はみられない

3-2-2 3D 測定共焦点顕微鏡（レーザー顕微鏡）によるナイロン試験片の観察結果

以下に紫外線照射前及び照射 200 時間経過後のナイロン試験片に対し、レーザー顕微鏡による観察結果を示した。

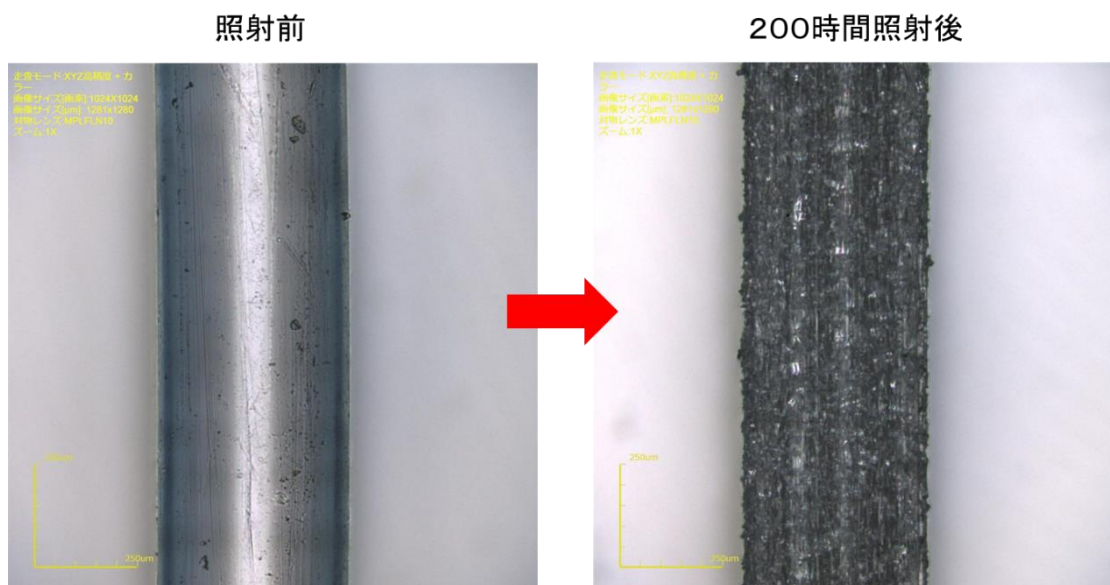


図 2-4-9 紫外線照射前に比べ、照射 200 時間経過後の表面には無数の小さな筋状の溝ができていることが分かる

3-3 顕微鏡観察② 偏光顕微鏡（実態顕微鏡）

3-3-1 偏光顕微鏡（実態顕微鏡）による PLA 試験片の観察結果

以下に紫外線照射前及び照射 200 時間経過の PLA 試験片に対し、実態顕微鏡による観察結果を示した。

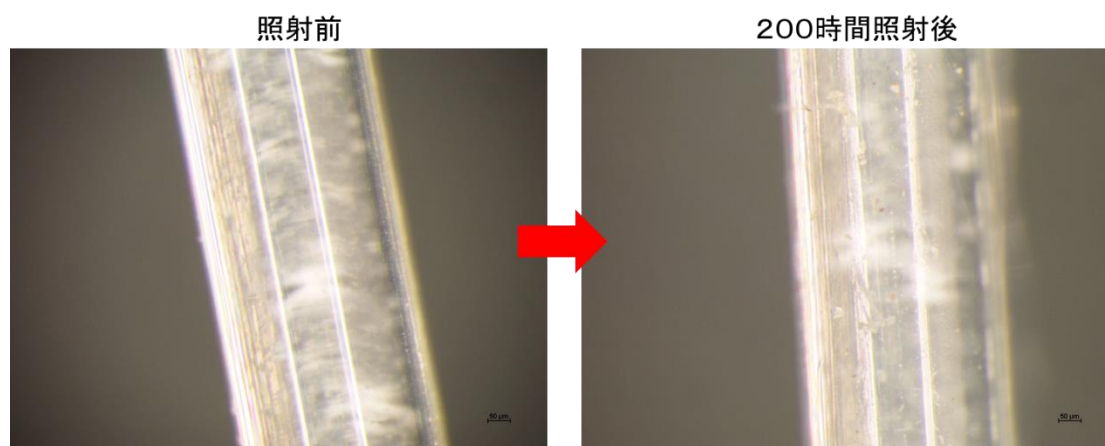


図 2-4-10 紫外線照射前に比べ、照射 200 時間経過後の表面形状に大きな変化はみられない。

3-3-2 偏光顕微鏡（実態顕微鏡）によるナイロン試験片の観察結果

以下に紫外線照射前及び照射 200 時間経過のナイロン試験片に対し、実態顕微鏡による観察結果を示した。

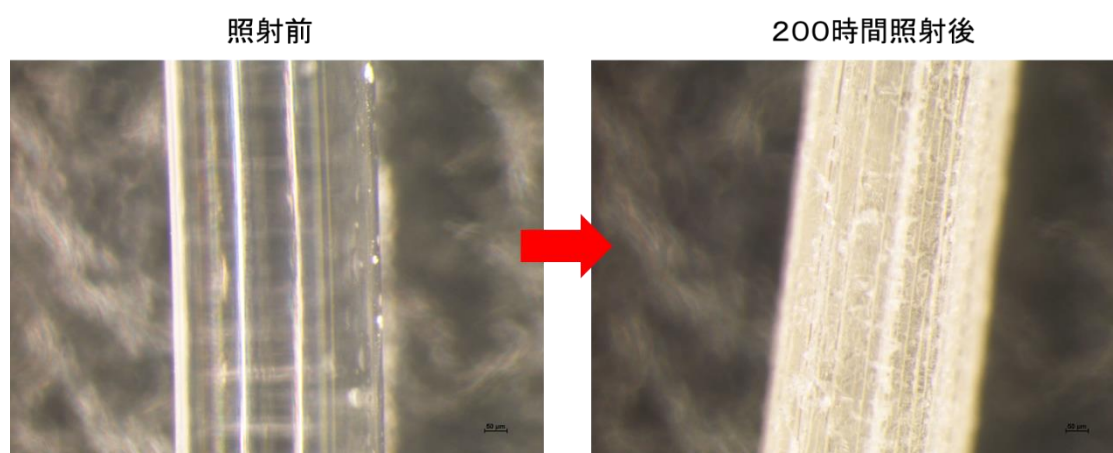


図 2-4-11 紫外線照射前に比べ、照射 200 時間経過後の表面は透明度が低下し、筋状の溝ができていることが分かる。

4 試験結果の考察

ナイロン網は紫外線照射時間が長くなるにつれ、引張強度及び伸度が大きく低下することに対し、PLA 網は伸度についてはナイロン網と同等に低下するものの、引張強度に関しては低下が小さい。また、表面の顕微鏡観察においては、ナイロンは著しい変化が確認できることにに対し、PLA は目立った変化がみられず平滑な状態を保っている。

これらのことから、刺網用途での想定使用期間（2 年程度）においては、PLA はナイロンに比べ、総じて耐性が優れていると捉えることができ、ナイロンの代替素材として大きな懸念はみられない。

一方で、流出を想定した長期的観点での生分解性の検証を進めること、また、糸及び網の強度や漁獲力の向上について関係先と連携・共同し取り組むことなどが今後の課題と捉えている。

第3章 令和5年度漁業者による海洋ごみ回収の影響評価、諸外国の漁具管理に関する動向把握

請負企業：日本エヌ・ユー・エス株式会社

目次

1	調査概要	81
1.1	目的	81
1.2	調査内容	81
(1)	漁業者による海ごみ回収活動による影響評価	81
(2)	諸外国の漁具管理に関する動向分析	81
①	諸外国における漁具流出防止に向けた制度の把握	81
②	EUにおける拡大生産者責任（EPR）	81
1.3	調査期間及び調査工程	81
2	調査方法	83
(1)	漁業者による海ごみ回収活動による影響評価	83
①	漁業者による海洋ごみ回収活動の経済的效果分析	83
1)	既存資料調査	83
2)	有識者へのヒアリング	83
3)	調査地域の選定	83
4)	アンケート調査	84
5)	経済効果分析の実施	88
②	海洋ごみによる環境・生物への影響	91
1)	調査対象	91
2)	知見の抽出条件	91
(2)	諸外国の漁具管理に関する動向分析	91
①	諸外国の漁具流出防止に向けた制度の把握	91
②	EUにおける拡大生産者責任（EPR）	92
3	調査結果	94
(1)	漁業者による海ごみ回収活動による影響評価	94
①	漁業者による海洋ごみ回収活動の経済的效果分析	94
1)	アンケート調査	94
2)	経済効果分析の実施	96
②	海洋ごみによる環境・生物への影響	110
1)	国内外の各機関の報告書の調査結果概要	110
2)	「令和元年度海洋プラスチックごみに関する既往研究と今後の重点課題（生物・生態系影響と実態）報告書」（2019年、環境省）の取りまとめ	116
(2)	諸外国の漁具管理に関する動向分析	129

①	諸外国における漁具流出防止に向けた制度の把握.....	129
1)	漁具マーキング.....	129
2)	漁具流出の報告.....	149
②	EU における拡大生産者責任（EPR）	154

1 調査概要

1.1 目的

近年、漁具を含む海洋プラスチックごみ（以下、「海ごみ」という。）は、ゴーストフィッシング等により、鯨類を含む海洋生物に与える影響が懸念されており、影響の把握と対策が急務となっていることから、海ごみが鯨類等の海洋生物に与える影響を調査することを本事業の目的とする。具体的には、漁業者による海ごみ回収活動が海洋生物等に与える影響の推定・評価、諸外国における漁具流出・管理に関する動向把握等を行う。

1.2 調査内容

（１） 漁業者による海ごみ回収活動による影響評価

海岸に漂着した海洋ごみ等を漁業者が回収することによる経済的效果や環境等への影響について、定性的・定量的に評価した。

（２） 諸外国の漁具管理に関する動向分析

① 諸外国における漁具流出防止に向けた制度の把握

EU、ノルウェー、米国、カナダ、バヌアツ等において、漁具流出を防止するための措置として導入されている漁具マーキング及び漁具流出の報告にかかる制度の概要について、既存の文献及びウェブサイト等により調査・情報収集を行い、その結果を日本語でとりまとめた。

② EUにおける拡大生産者責任（EPR）

EUにおいては、2024年12月31日までに、漁具の製造者に対する拡大生産者責任制度の導入が予定されていることから、ワークショップ等での議論の経過等について、既存の文献やウェブサイト等から情報を収集し、日本語で取りまとめた。

1.3 調査期間及び調査工程

調査期間：令和5年5月10日～令和6年2月29日

図 3-1-1 調査工程

事業内容	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月
(1) 漁業者による海ごみ回収活動による影響評価										
・ 調査計画～実施										
・ 分析、影響評価										
(2) 諸外国の漁具管理に関する動向分析										
報告書作成										
打合せ（年 3-4 回）										

2 調査方法

(1) 漁業者による海ごみ回収活動による影響評価

① 漁業者による海洋ごみ回収活動の経済的效果分析

国内の海岸に漂着するごみについては、様々な主体による回収活動が実施されており、漁業者においても、積極的な回収活動がなされているところである。一方で、海岸にはある程度の漁具の漂着が確認されており、必ずしも地域に漂着しているごみの発生源が当該地域であるとは限らないものの、漁業者に対する誤った認識の広がり懸念される。これらのことを踏まえ、漁業者による海洋ごみ回収活動の経済的效果を分析することにより、海洋ごみ問題に係る漁業者の貢献を評価した。具体的な調査・分析方法については、下記の手順で実施した。

1) 既存資料調査

漂着ごみの回収活動の経済的な効果を分析した先行事例として下記ア. があり、当該手法をベースに経済分析を実施する。ただし、災害等によるごみの大量漂着のような平常時と大きく異なる状況が発生した場合を勘案し、そのような事例における分析手法として下記イ. の事例についても参照した。

(既存資料)

- ア. 漂流・漂着ゴミに係る国内削減方策モデル調査成果報告書（平成 20 年度環境省委託業務）
- イ. 2014, Yong Chang Jang et al., Estimation of lost tourism revenue in Geoje Island from the 2011 marine debris pollution event in South Korea

2) 有識者へのヒアリング

1) のア. の手法に基づき、対馬市を想定した経済分析手法計画案を作成の上、京都大学 農学研究科生物資源経済学専攻 栗山浩一教授にヒアリングを実施した。その結果、対馬市内の海水浴場においてはすでに清掃活動が実施されていることを勘案した場合、海洋ごみ回収後の海岸状況を仮想とするのではなく、回収前の海岸状況を仮想として、現在実施されている回収活動によりどの程度の経済損失を免れているのかを推定した方がいいとの指摘を受けた。そこで、ア. の手法を基に、回収後と回収前の写真を示すことにより、清掃が行われなかった場合の対馬訪問者の滞在日数や訪問頻度の減少をアンケートにより調査し、その経済効果を分析することとした。

3) 調査地域の選定

経済分析に必要なパラメータ（詳細は後述する表 3-3-3 を参照）を整理の上、当該パラメータの入手が可能な地域を選定した。なお、地域の選定に当たっては、以下の点に留

意した。

- ・ 観光資源として活用されている海岸
- ・ 漂着ごみの回収量の多い地域を選定
- ・ 漁業者が海岸清掃を通じて多様な主体と連携し、水産振興にも寄与している活動
- ・ 離島

その結果、対馬市を調査地域として選定し、対馬市上対馬町豊の豊海水浴場における清掃前後の写真をアンケートで示すこととした。

4) アンケート調査

アンケートの対象は、対馬市外在住者とした。対馬訪問経験者を効率的に抽出するため、対馬市へのアクセス利便性を有する山口県、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県在住者を対象として、対馬訪問経験者をスクリーニング調査（図 3-2-1）により無作為抽出し、そのうちの対馬訪問経験者に対し、オンラインアンケートサービスを用いて、本調査（図 3-2-2, 図 3-2-3）を実施した。回答数の回収目標は既存事例を踏まえ、200 程度とした。

アンケート概要

アンケート種別

スクリーニング

アンケートタイトル

対馬市への観光経験に関するアンケート

メモ

モニタには表示されません

アンケート画面

アイコンの説明

Q1.

SA

必須

これまでに対馬市へ訪れたことはございますか？

条件

Q1.で「1.はい」いずれかを選択した方

Q2.

MA

必須

対馬市に訪問した目的を教えてください。

条件

Q1.で「1.はい」いずれかを選択した方

Q3.

SA

必須

対馬への訪問頻度について最も近いものを以下から選択してください。

条件

Q1.で「1.はい」いずれかを選択した方

Q4.

SA

必須

対馬への滞在日数について、以下から選択してください。

図 3-2-1 スクリーニング調査内容

対馬への訪問頻度・滞在日数に関するアンケート

ポイント：－ポイント

回答者の皆さまへのお願い

※ アンケートの回答にはあせらず、正確に記入するようにしてください。間違った回答や虚偽の回答があった場合は、正式なデータとして採用できず、加算されたポイントも無効（取り消し）になってしまう場合がございます。

※ アンケートの内容は、第三者に口外／転載／漏洩することのないようお願いいたします。

-----<改ページ>-----

[必須]

Q1. どの季節に対馬へ訪問しましたか？

☐ 春（3～5月）

☐ 夏（6～8月）

☐ 秋（9～11月）

☐ 冬（12～2月）

-----<改ページ>-----

対馬への訪問頻度について（海岸清掃されていなかった場合）

[必須]

Q2. 対馬では毎年の海岸清掃により【写真A】の状態が維持されていますが、もし海岸が清掃されずに【写真B】の状態であった場合、これまでにどの程度の頻度で対馬に訪問したと思いますか？

図 3-2-2 本調査の内容(1/2)



【写真A】 対馬の漂着ごみを回収した状態



【写真B】 対馬の漂着ごみが適切に管理されていない状態

写真出典：対馬市立豊小学校より提供

対馬での滞在日数について（海岸清掃されていなかった場合）

【必須】

Q3. 対馬では毎年の海岸清掃により 【写真A】 の状態が維持されていますが、もし海岸が清掃されずに【写真B】 の状態であった場合、どれくらいの日数で対馬に滞在していたと思いますか？

図 3-2-3 本調査の内容（2/2）

5) 経済効果分析の実施

4) のアンケート調査から得られた結果を基に経済効果分析を実施した。現時点で最新である平成 27 年の長崎県産業連関表を用いて、海岸清掃をしないことで失われる経済波及効果を推計した。

i. 漂着ごみ回収による観光総消費への影響

漂着ごみの回収活動は、海岸の観光資源としての価値向上に寄与するものと考えられることから、当該活動による観光への経済効果を把握することにより、経済的観点から当該活動を評価した。観光への経済効果は、基本的には、清掃による観光客数及び観光消費額の変化により把握することができると考えられる。観光客数への影響は訪問頻度により、観光消費額への影響は滞在日数により推定した。訪問頻度については、リピーターに限り回収活動の影響が生じるものと考えた。訪問頻度や滞在日数の変化による影響の具体的な推計過程は 3.調査結果で示すが、漂着ごみが回収されないことによる観光総消費の減少額の推計の考え方は以下のとおりである。

漂着ごみが回収されないことによる観光総消費の減少額（円）

= 現状の観光総消費額（円） - 漂着ごみが回収されなかった場合の推定観光総消費額（円）

※1 現状の観光総消費額（円）

=（令和 4 年対馬市観光客実数）×（令和 4 年対馬市の一人当たり平均観光消費額）

※2 漂着ごみが回収されなかった場合の推定観光総消費額（円）

=（漂着ごみが回収されなかった場合の推定対馬市観光客実数）×（漂着ごみが回収されなかった場合の対馬市の推定一人当たり平均観光消費額）

観光消費額は日帰り客と宿泊客で異なるため、それらを分けて推計した。

また、アンケート調査は国内観光客のみを対象としたため、外国人観光客数のデータが存在する宿泊客数については、対馬市観光客実数から外国人宿泊者数を減ずることにより国内観光客数を算定の上、推計した日帰り客数については、外国人観光客数のデータがないため前述のような取り扱いはしていないが、観光客数の大半を占めるのは宿泊客数であるため、大きな影響はないものと考えた。

ii. 観光消費額の推計について

観光における消費には交通費、飲食・娯楽、土産代・宿泊費などが考えられる。令和 4 年長崎県観光統計では、観光客による消費額について調査を行っている。対馬を訪れる観

光客には、日帰りをする観光客と対馬での宿泊を伴う宿泊観光客が存在するが、令和 4 年長崎県観光統計では、それぞれの観光客が消費する額を項目（交通費、飲食・娯楽、土産代・宿泊費）別に集計している。4）のアンケート調査では観光総消費額のみを調査したため、本推計では対馬を訪れる観光客は、令和 4 年長崎県観光統計で示された項目別割合（表 3-2-1）と同程度の割合で消費すると仮定し、各項目における観光消費額を推定した。

表 3-2-1 対馬市の日帰り観光客と宿泊観光客が消費する金額とその割合
（令和 4 年長崎県観光統計より）

旅行者種別	項目	消費額（千円）	割合（％）
日帰り	交通費	50,401	57%
	飲食・娯楽	14,180	16%
	土産代	23,528	27%
	日帰り合計	88,109	-
宿泊	宿泊費	1,116,981	26%
	交通費	1,375,249	32%
	飲食・娯楽費	1,179,320	28%
	土産代その他	567,893	13%
	宿泊合計	4,239,443	-

* 四捨五入の関係で内訳は必ずしも合計と一致しない。

iii. 観光消費額の産業連関表への格付けについて

更に各項目（交通費、飲食・娯楽、土産代・宿泊費）で推定した観光消費額は、産業連関表の部門分類に対応して格付けを行わなければならない。観光庁による旅行・観光消費動向調査では、毎月の日帰り旅行者と宿泊旅行者の品目（小分類）別消費額を調査している。対馬における観光客も各項目に対する小項目の消費割合は、2022 年 1 月～12 月調査と同程度と仮定した。更に平成 27 年の長崎県 107 部門産業連関表において、各小分類の格付けを実施した（表 3-2-2）。すなわち観光客の各項目における消費額は、表 3-2-2 における各部門の消費として捉えることが可能である。

表 3-2-2 平成 27 年長崎県 107 部門産業連関表における格付け

項目	小分類	産業部門 (長崎県産業連関表 107 部門表での分類)
交通費	近郊バス	076 道路輸送(自家輸送を除く。)
	タクシー・ハイヤー	076 道路輸送(自家輸送を除く。)
	レンタカー・カーシェアリング	076 道路輸送(自家輸送を除く。)
	ガソリン	027 石油製品
	その他交通費	076 道路輸送(自家輸送を除く。)
飲食・娯楽	飲食費	102 飲食サービス
	娯楽サービス	104 娯楽サービス
土産代	菓子類	008 食料品
	農産物	001 耕種農業
	水産物	008 食料品
	その他食料品・飲料・酒・たばこ	008 食料品
	衣類・帽子・ハンカチなど繊維製品	013 衣服・その他の繊維既製品
	靴・かばんなど皮革製品	031 なめし革・革製品・毛皮
	化粧品・医薬品・写真フィルムなど	025 医薬品
	陶磁器・ガラス製品	031 陶磁器
	その他土産代・買物代	060 その他の製造工業製品
宿泊費	宿泊費	101 宿泊業

- iv. 「購入者価格」から「生産者価格」への転換と各部門の県内自給額について
- 4) のアンケート調査で推計された額は購入者価格であることから、生産者価格に転換する必要がある。商業マージンと運輸マージンは平成 27 年の全国表の値を使用し、生産者価格を求めた。さらに各部門における自給率を乗じて、各部門の県内自給額を求めた。すなわちこれが観光客による直接効果と考えることが可能である。

v. 間接一次効果

間接一次効果とは、直接効果により生じる中間需要によっておこる波及効果のことである。推計にあたっては、直接効果の中間需要額に産業別自給率を乗じて域内調達額を算出し、これに逆行列係数を乗じることにより推計した。

vi. 間接二次効果

間接二次効果とは、直接効果、間接一次効果による生産誘発で生じた雇用者所得が消費に転換されることで、新たな生産を誘発する効果を指す。雇用者所得のうち消費に転換される割合は、雇用者所得比率を用いることとする。推計にあたっては、直接効果により誘発された雇用者所得に県内定住率と平均消費性向を乗じ、消費支出額を算出する。県内定住率は平成 27 年国税調査、平均消費性向は家計調査における長崎市の経常収入に占める消費支出の割合を使用した。産出された消費支出額の産業別割合を求め、そのうち県内の産業による生産増について、自給率を用いて推計し、これに逆行列係数を乗じて推計した。

vii. 総合評価

直接効果に間接一次効果、間接二次効果を加算し、漂着ごみが回収されない場合に失われる漁業部門をふくめた全産業への経済波及効果を推計した。

② 海洋ごみによる環境・生物への影響

現在の生物種・生態系に対する投棄・遺失漁具の影響に関する科学的知見について、国内外の機関による報告書を調査し、その内容をとりまとめた。

1) 調査対象

国内、海外の公的機関による報告書

2) 知見の抽出条件

生物種による海洋ごみの誤食、生物種に対する海洋ごみの絡まり、又はゴーストフィッシングを対象とした知見を調査した。

投棄・遺失漁具の影響に焦点を当てた調査を行うこととし、マイクロプラスチックは含めないこととした。漁具であることが特定できない知見であっても、漁具由来である可能性が除外できないマクロプラスチックについては調査範囲に含めた（例：生物種によるプラスチックの破片の誤食について、元々のプラスチックが漁具であるかどうか不明であるものなど）。

(2) 諸外国の漁具管理に関する動向分析

① 諸外国の漁具流出防止に向けた制度の把握

EU、ノルウェー、米国、カナダ、バヌアツ等において、漁具流出を防止するための措

置として導入されている漁具マーキング及び漁具流出の報告にかかる制度の概要について、既存の文献及びウェブサイト等により調査・情報収集を行い、その結果を日本語でとりまとめた。なお、プレスリリース等により新たな情報が公表されたことが明らかとなった場合、可能な範囲で水産庁及び公益財団法人海と渚環境美化・油濁対策機構（以下、「機構」という。）に対し、メール等で情報提供を行った。

（情報収集項目）

- ・ 漁具マーキング
対象となる漁業種類、マーキングの場所・方法・記入する内容、罰則の有無等
- ・ 漁具流出の報告
対象となる漁業種類、報告する内容、報告先、罰則の有無等

② EU における拡大生産者責任（EPR）

EUにおいては、2024年12月31日までに、漁具の製造者に対する拡大生産者責任制度の導入が予定されていることから、ワークショップ等での議論の経過等について、既存の文献やウェブサイト等から情報を収集し、日本語で取りまとめた。

①、②における、情報収集及びとりまとめの具体的な作業工程は次のとおりである。

- 1) 情報収集を効果的に行うため、情報収集項目に関係する既存資料を収集・整理した。
- 2) 情報収集項目に関連するキーワードを設定し（表 3-2-3）、インターネット上の情報を Google の機能を使用して自動収集した。なおノルウェーに関する情報は英語と日本語、スペインに関する情報はスペイン語、イタリアに関する情報はイタリア語でキーワードを設定した。米国、バヌアツ、カナダについては、英語でキーワードを設定した。

上記①、②で調査した内容を踏まえ、漁具管理に関する動向調査の課題と今後の調査について検討した。

表 3-2-3 Google 機能で設定したキーワード一覧

キーワード			
英語	ノルウェー語	スペイン語	イタリア語
"gear marking requirements"	"krav til merking av gir"	"requisitos de marcado de artes"	"requisiti per la marcatura degli ingranaggi"
"gear marking scheme"	"merkeordning for gir"	"sistema de marcado de engranajes"	"schema di marcatura degli ingranaggi"
"identifiable fishing gear"	"identifiserbare fiskeredskaper" "identifiserbart fiskeredskap"	"artes de pesca identificables"	"attrezzi da pesca identificabili"
"regulations" + "marking fishing gear"	"reguleringer" + "merking av fiskeredskaper"	"normativa" + "marcado de artes de pesca"	"regolamenti" + "marcatura degli attrezzi da pesca"
"fishing gear" + "labelling"	"merking" + "fiskeredskap"	"artes de pesca" + "etiquetado"	"attrezzi da pesca" + "etichettatura"
"marking" + "fishing gear"		"marcado" + "artes de pesca"	"marcatura" + "attrezzatura da pesca"
"notification" + "lost fishing gear"	"varsling" + "tapt fiskeutstyr"	"notificación" + "equipo de pesca perdido"	"notifica" + "attrezzatura da pesca smarrita"
"notification" + "derelict fishing gear"	"varsling" + "forlatt fiskeutstyr"	"notificación" + "artes de pesca abandonadas"	"notifica" + "attrezzatura da pesca abbandonata"
"notification" + "ghost fishing gear"	"varsling" + "spøkelsesfiskeutstyr"	"notificación" + "artes de pesca fantasma"	"notifica" + "attrezzatura da pesca fantasma"
"notification" + "ALDFG"	"varsling" + "ALDFG"	"notificación" + "ALDFG"	"notifica" + "ALDFG"
"reporting" + "lost fishing gear"	"rapportering" + "tapt fiskeutstyr"	"reportes" + "equipo de pesca perdido"	"segnalazione" + "attrezzatura da pesca smarrita"
"reporting" + "derelict fishing gear"	"rapportering" + "forlatt fiskeutstyr"	"reportes" + "artes de pesca abandonadas"	"segnalazione" + "attrezzatura da pesca abbandonata"
"reporting" + "ghost fishing gear"	"rapportering" + "spøkelsesfiskeutstyr"	"reportes" + "artes de pesca fantasma"	"segnalazione" + "attrezzatura da pesca fantasma"
"reporting" + "ALDFG"	"rapportering" + "ALDFG"	"reportes" + "ALDFG"	"segnalazione" + "ALDFG"
"EPR schemes" + "fishing gear containing plastic"	"EPR-ordninger" + "fiskeredskaper som inneholder plast"	"esquemas de EPR" + "artes de pesca que contienen plástico"	"schemi di EPR" + "attrezzatura da pesca contenente plastica"
"producers of fishing gear containing plastic"	"produsenter av fiskeutstyr som inneholder plast"	"productores de artes de pesca que contienen plástico"	"produttori di attrezzatura da pesca contenente plastica"

3 調査結果

(1) 漁業者による海ごみ回収活動による影響評価

① 漁業者による海洋ごみ回収活動の経済的効果分析

1) アンケート調査

スクリーニング調査では 2,128 名の回答を取得し、そのうち 476 名の対馬訪問経験者に対し、本調査を実施した。本調査では 404 名の回答を取得し、そのうち対馬在住者であると思料される者や回答に明らかな矛盾がある者を除く 398 名の回答を分析対象とした。この 398 名のうち観光目的の訪問者数は 277 名であった。各調査結果は、表 3-3-1、表 3-3-2 のとおりである。

表 3-3-1 スクリーニング調査結果(1/2)

Q1	これまでに対馬市へ訪れたことはございますか？	N
1	はい	476
2	いいえ	1652
	全体	2128

Q2	対馬市に訪問した目的を教えてください。	N
1	観光	324
2	ビジネス	140
3	帰省	14
4	その他	44
	全体	476

Q3	対馬への訪問頻度について最も近いものを以下から選択してください。	N
1	1回きり	283
2	10年に1回	54
3	7年に1回	8
4	5年に1回	27
5	4年に1回	10
6	3年に1回	13
7	2年に1回	16
8	1年に1回	21
9	1年に2回	13
10	1年に3回	4
11	1年に4回	12
12	1年に5回以上(右に具体的な訪問頻度をご記入ください)	3
13	10年に1回未満(右に具体的な訪問頻度をご記入ください)	12
	全体	476

表 3-3-1 スクリーニング調査結果(2/2)

Q4	対馬への滞在日数について、以下から選択してください。	N
1	1日	132
2	2日	226
3	3日	79
4	4日	16
5	5日	10
6	6日	5
7	7日以上(右に具体的な滞在日数をご記載ください)	8
	全体	476

表 3-3-2 本調査の結果(1/2)

Q1	どの季節に対馬へ訪問しましたか？	N
1	春(3～5月)	123
2	夏(6～8月)	212
3	秋(9～11月)	128
4	冬(12～2月)	50
	全体	404

Q2	対馬では毎年の海岸清掃により【写真A】の状態が維持されていますが、もし海岸が清掃されずに【写真B】の状態であった場合、これまでにどの程度の頻度に対馬に訪問したと思いますか？	N
1	0回(訪問しない)	144
2	1回きり	126
3	10年に1回	18
4	7年に1回	4
5	5年に1回	30
6	4年に1回	2
7	3年に1回	17
8	2年に1回	13
9	1年に1回	26
10	1年に2回	8
11	1年に3回	1
12	1年に4回	4
13	1年に5回以上(右に具体的な訪問頻度をご記入ください)	3
14	10年に1回未満(右に具体的な訪問頻度をご記入ください)	8
	全体	404

表 3-3-2 本調査の結果(2/2)

Q3	対馬では毎年の海岸清掃により【写真A】の状態が維持されていますが、もし海岸が清掃されずに【写真B】の状態であった場合、どれくらいの日数で対馬に滞在していたと思いますか？	N
1	0日	137
2	1日	115
3	2日	97
4	3日	43
5	4日	6
6	5日	2
7	6日	2
8	7日以上(右に具体的な滞在日数をご記載ください)	2
	全体	404

2) 経済効果分析の実施

i. 漂着ごみ回収による観光総消費への影響

表 3-3-3 のパラメータを用いて漂着ごみ回収による対馬市内の観光総消費への影響を推計した。

表 3-3-3 推計に用いたパラメータ

パラメータ	値
令和4年対馬市観光客実数(日帰り)	5,679 人
令和4年対馬市観光客実数(宿泊)	123,724 人
うち、外国人宿泊者数実数	911 人
推定国内観光客数(宿泊)	122,813 人
令和4年対馬市観光消費額(日帰り)	88,109,000 円
令和4年対馬市観光消費額(宿泊)	4,239,443,000 円
一人当たり平均観光消費額(日帰り)	15,515 円
一人当たり平均観光消費額(宿泊)	34,519 円

出典：「令和4年長崎県観光統計 資料編」より作成

観光消費額は観光客の滞在日数に比例するものと仮定し、アンケート結果により明らかとなった漂着ごみ回収が実施されないことによる滞在日数の減少率を次のとおり算定した。

アンケート回答者のうち観光目的の訪問者数は277名であり、そのうちリピーター(複数回の訪問経験者)は113名(41%)であった。アンケート結果によると、リピーターの平均滞在日数は現状が平均2.35日/回であるが、漂着ごみを回収しない場合の滞在日数は

0.43 日/回～0.95 日/回減少するので（95%信頼区間）、リピーター滞在日数は、1.4～1.92 日に減少する（滞在日数は現在の 60～82%に減少する）。

これを表 3-3-3 に記載の一人当たり平均観光消費額（日帰り/宿泊）にそれぞれ乗じることにより、漂着ごみが回収されない場合の一人当たり平均観光消費額を表 3-3-4 のとおり推計した。現状実施されている漂着ごみ回収の効果が高いほど、当該清掃が実施されない場合の観光消費の減少額は大きくなるため、一人当たりの平均観光消費額は小さくなる。観光消費額は滞在日数に比例するものと仮定しているが、漂着ごみを回収しないことによる滞在日数の減少は 95%信頼区間で示されているため、その減少が最も大きい場合を清掃による経済効果が最大の状態（以下「清掃効果最大」という。）、逆に最も小さい場合を清掃による経済効果が最小の状態（以下「清掃効果最小」という。）とした。

表 3-3-4 漂着ごみが回収されない場合の一人当たり平均観光消費額

一人当たり平均観光消費額	清掃効果最小	清掃効果最大
日帰り	12,722 円	9,309 円
宿泊	28,306 円	20,712 円

次に、漂着ごみ回収による観光客数への影響について、リピーター客の訪問頻度の減少数から推計した。上記アンケート結果の観光客数に占めるリピーターの割合 41%を上記の観光客実数に乗じることにより、国内観光客リピーター数を表 3-3-5 のとおり推計した。

表 3-3-5 国内観光客リピーター数

国内観光客リピーター数（日帰り）	2,328 人
国内観光客リピーター数（宿泊）	50,353 人

上記アンケート結果によると、現状のリピーターの訪問頻度は 0.73 回/年であるが、漂着ごみが回収されないことによりリピーターの平均訪問頻度は平均 0.26 回/年、95%信頼区間 0.005～0.521 回/年減少することがわかった。このことから、漂着ごみが回収されない場合、訪問頻度は 0.209～0.725 回に減少するものと推計された（訪問頻度は現在の 28.6～99.3%に減少する）。

これを表 3-3-5 に記載の国内観光客リピーター数（日帰り/宿泊）にそれぞれ乗じることにより、漂着ごみが回収されない場合の国内観光客リピーター数を表 3-3-6 のとおり推計した。現状実施されている漂着ごみ回収の効果が高いほど、当該清掃が実施されない場合のリピーターの減少数は大きくなるため、国内観光客リピーター数は小さくなる。

表 3-3-6 漂着ごみが回収されない場合の国内観光客リピーター数

国内観光客リピーター数	清掃効果最小	清掃効果最大
日帰り	2,312 人	666 人
宿泊	50,001 人	14,401 人

これらのリピーター数と表 3-3-4 の漂着ごみが回収されない場合の一人当たり平均観光消費額をそれぞれ乗じることにより、リピーター全体の観光消費額を表 3-3-7 のとおり推計した。

表 3-3-7 リピーター全体の観光消費額

リピーター全体の観光消費額	清掃効果最小	清掃効果最大
日帰り	29,414,890 円	6,198,997 円
宿泊	1,415,323,631 円	298,270,252 円

これらの消費額と表 3-3-8 の漂着ごみ回収の有無による影響を受けないと想定した対馬市内に初めて訪問する観光客の観光消費額を合算して、漂着ごみが回収されない場合の観光総消費額を表 3-3-9 のとおり推計した。観光客実数に占める初訪問者の割合は、リピーター（41%）以外の 59%とした。

表 3-3-8 対馬初訪問者の数及び観光消費額

日帰り/宿泊	初訪問者数	観光総消費額
日帰り	3,351 人	51,984,310 円
宿泊	72,460 人	2,501,271,370 円

※ 表 3-3-3 の一人当たり平均観光消費額及び観光客実数を用いて推計した。

表 3-3-9 漂着ごみが回収されない場合の観光総消費額

清掃しない場合の対馬市観光消費額	清掃効果最小	清掃効果最大
日帰り	81,399,200 円	58,183,307 円
宿泊	3,916,595,001 円	2,799,541,622 円
合計	3,997,994,201 円	2,857,724,929 円

令和 4 年対馬市観光消費額の合計(日帰り+宿泊)が 4,327,552,000 円であることから、表 3-3-9 の合計値との差額である 329,557,799 円～1,469,827,071 円、つまり少なくとも

約 3.3 億円程度の観光消費の損失を漂着ごみの回収により回避しているものと推計された。この清掃効果が観光総消費に占める割合は約 8 % であり、既存資料調査の石垣島での事例（約 10% 強の観光総消費額の増加）と大きくは変わらない結果であった。

ii. 観光消費額の推計について

漂着ごみが回収されない場合の観光消費額減少額（円／年）は、令和 4 年対馬市観光消費額から表 3-3-9 の結果を減じることで推計した（表 3-3-10）。

表 3-3-10 漂着ごみが回収されない場合の観光消費減少額（円／年）

清掃効果	最小	最大
日帰り観光客	6,709,800	29,925,693
宿泊観光客	322,847,999	1,439,901,378

これらの結果を長崎県令和 4 年市町別観光消費額の対馬市における消費割合（表 3-2-1）で、交通費、飲食・娯楽、土産代、宿泊費における消費減少額を推計した（表 3-3-11）。

表 3-3-11 漂着ごみが回収されない場合の国内観光客による項目別消費減少額（円／年）

旅行者種別	項目	割合（%）	漂着ごみが回収されない場合の観光消費減少額（単位：円／年）	
			清掃効果最小	清掃効果最大
日帰り	交通費	57.2%	3,838,208	17,118,397
	飲食・娯楽	16.1%	1,079,855	4,816,152
	土産代	26.7%	1,791,737	7,991,144
	合計	100.0%	6,709,800	29,925,693
宿泊	交通費	26.3%	85,061,901	379,375,895
	飲食・娯楽	32.4%	104,729,887	467,095,071
	土産代	27.8%	89,809,228	400,548,962
	宿泊費	13.4%	43,246,983	192,881,450
	合計	100.0%	322,847,999	1,439,901,378

* 四捨五入の関係で内訳は必ずしも合計に一致しない。

iii. 観光消費額の産業連関表への格付けについて

観光庁による旅行・観光消費動向調査の 2022 年 1 月～12 月調査を参考に各項目における小項目の割合を求め、漂着ごみが回収されない場合に失われる各小項目別の観光消費額を推計した。なお交通費に関して、県内消費とならない「飛行機」、「新幹線」、対馬にはない「鉄道・モノレール」、観光客が利用しないと思われる「船舶」は除外した。さらにそれら小分類を、平成 27 年長崎県 107 部門産業連関表における部門へ格付けした（表 3-3-1 2、表 3-3-1 3）。

表 3-3- 1 2 観光庁 2022 年観光消費動向調査を基にした小分類別観光消費減少額と長崎県 107 部門業連関表への格付け（清掃効果最小）

旅行者種別	項目	令和4年市町別観光消費額 対高における旅行者の消費額		漂着ごみが回収されない場合の 国内観光客リピーター消費減少額（円/年）	2022年旅行・観光消費動向調査			小分類別国内観光客 リピーター観光消費減少（円/年）	産業部門（長崎県産業連関表107部門表 での分類）
		項目別観光消費額（千円）	全体における構成比		清掃効果最小	小分類	購入者単価（円/人回）		
日帰り	交通費	50,401	57%	3,838,208	近郊バス	1,023	5%	209,995	076 道路輸送(自家輸送を除く。)
					タクシー・ハイヤー	2,263	12%	464,534	076 道路輸送(自家輸送を除く。)
					レンタカー・カーシェアリング	7,199	39%	1,477,765	076 道路輸送(自家輸送を除く。)
					ガソリン	3,789	20%	777,782	027 石油製品
					その他交通費	4,424	24%	908,131	076 道路輸送(自家輸送を除く。)
	飲食・娯楽	14,180	16%	1,079,855	飲食費	6,352	53%	574,572	102 飲食サービス
					娯楽サービス	5,586	47%	505,283	104 娯楽サービス
	土産代	23,528	27%	1,791,737	菓子類	2,180	3%	56,922	008 食料品
					農産物	3,126	5%	81,623	001 総務農業
					水産物	3,925	6%	102,486	008 食料品
					その他食料品・飲料・酒	2,750	4%	71,805	008 食料品
					衣類・帽子・ハンカチなど	9,477	14%	247,454	013 衣服・その他の繊維皮革製品
					靴・かばんなど皮革製品	28,807	42%	752,180	031 なめし革・革製品・毛皮
					化粧品・医薬品・写真フ	8,259	12%	215,651	025 医薬品
					陶磁器・ガラス製品	5,454	8%	142,409	034 陶磁器
					その他土産代・買物代	4,642	7%	121,207	060 その他の製造工業製品
					宿泊	交通費	1,375,249	32%	85,061,901
タクシー・ハイヤー	3,818	11%	9,606,766	076 道路輸送(自家輸送を除く。)					
レンタカー・カーシェアリング	15,395	46%	38,736,555	076 道路輸送(自家輸送を除く。)					
ガソリン	5,903	17%	14,852,997	027 石油製品					
その他交通費	7,241	21%	18,219,642	076 道路輸送(自家輸送を除く。)					
飲食・娯楽	1,179,320	28%	104,729,887	飲食費		10,928	56%	58,610,550	102 飲食サービス
				娯楽サービス		8,599	44%	46,119,337	104 娯楽サービス
土産代	567,893	13%	89,809,228	菓子類		3,278	5%	4,325,898	008 食料品
				農産物		3,589	5%	4,736,317	001 総務農業
				水産物		5,065	7%	6,684,159	008 食料品
				その他食料品・飲料・酒		3,482	5%	4,595,112	008 食料品
				衣類・帽子・ハンカチなど		10,257	15%	13,535,916	013 衣服・その他の繊維皮革製品
				靴・かばんなど皮革製品		24,884	37%	32,838,817	031 なめし革・革製品・毛皮
				化粧品・医薬品・写真フ		4,295	6%	5,668,008	025 医薬品
				陶磁器・ガラス製品		5,676	8%	7,490,481	034 陶磁器
				その他土産代・買物代		7,528	11%	9,934,521	060 その他の製造工業製品
宿泊費	1,116,981	26%	43,246,983	宿泊費	24,942	100%	43,246,983	101 宿泊業	

表 3-3- 1 3 観光庁 2022 年観光消費動向調査を基にした小分類別観光消費減少額と長崎県 107 部門業連関表への格付け（清掃効果最大）

旅行者種別	項目	令和4年市町別観光消費額 対馬における旅行者の消費額		漂着ごみが回収されない場合の 国内観光客リピーター消費減少額（円/年）	2022年旅行・観光消費動向調査			小分類別国内観光客 リピーター観光消費減少（円/年）	産業部門（長崎県産業連関表107部門表 での分類）
		項目別観光消費額（千円）	全体における構成比		小分類	購入者単価（円/人回）	各項目における構成比		
日帰り	交通費	50,401	57%	17,118,397	近郊バス	1,023	5%	936,577	076 道路輸送(自家輸送を除く。)
					タクシー・ハイヤー	2,263	12%	2,071,822	076 道路輸送(自家輸送を除く。)
					レンタカー・カーシェアリング	7,199	39%	6,590,830	076 道路輸送(自家輸送を除く。)
					ガソリン	3,789	20%	3,468,906	027 石油製品
					その他交通費	4,424	24%	4,050,261	076 道路輸送(自家輸送を除く。)
	飲食・娯楽	14,180	16%	4,816,152	飲食費	6,352	53%	2,562,590	102 飲食サービス
					娯楽サービス	5,586	47%	2,253,562	104 娯楽サービス
	土産代	23,528	27%	7,991,144	菓子類	2,180	3%	253,872	008 食料品
					農産物	3,126	5%	364,038	001 耕種農業
					水産物	3,925	6%	457,086	008 食料品
					その他食料品・飲料・酒	2,750	4%	320,251	008 食料品
					衣類・帽子・ハンカチな	9,477	14%	1,103,644	013 衣服・その他の繊維既製品
					靴・かばんなど皮革製品	28,807	42%	3,354,720	031 なめし革・革製品・毛皮
					化粧品・医薬品・写真フ	8,259	12%	961,802	025 医薬品
					陶磁器・ガラス製品	5,454	8%	635,146	034 陶磁器
					その他土産代・買物代	4,642	7%	540,584	060 その他の製造工業製品
					近郊バス	1,449	4%	16,260,891	076 道路輸送(自家輸送を除く。)
宿泊	交通費	1,375,249	32%	379,375,895	タクシー・ハイヤー	3,818	11%	42,846,156	076 道路輸送(自家輸送を除く。)
					レンタカー・カーシェアリング	15,395	46%	172,764,950	076 道路輸送(自家輸送を除く。)
					ガソリン	5,903	17%	66,244,333	027 石油製品
					その他交通費	7,241	21%	81,259,565	076 道路輸送(自家輸送を除く。)
					飲食費	10,928	56%	261,402,926	102 飲食サービス
	飲食・娯楽	1,179,320	28%	467,095,071	娯楽サービス	8,599	44%	205,692,145	104 娯楽サービス
					菓子類	3,278	5%	19,293,495	008 食料品
	土産代	567,893	13%	400,548,962	農産物	3,589	5%	21,123,964	001 耕種農業
					水産物	5,065	7%	29,811,334	008 食料品
					その他食料品・飲料・酒	3,482	5%	20,494,188	008 食料品
					衣類・帽子・ハンカチな	10,257	15%	60,370,158	013 衣服・その他の繊維既製品
					靴・かばんなど皮革製品	24,884	37%	146,461,051	031 なめし革・革製品・毛皮
					化粧品・医薬品・写真フ	4,295	6%	25,279,305	025 医薬品
					陶磁器・ガラス製品	5,676	8%	33,407,528	034 陶磁器
					その他土産代・買物代	7,528	11%	44,307,941	060 その他の製造工業製品
					宿泊費	24,942	100%	192,881,450	101 宿泊業
	宿泊費	1,116,981	26%	192,881,450	宿泊費	24,942	100%	192,881,450	101 宿泊業

iv. 「購入者価格」から「生産者価格」への転換と各部門の県内自給額について

各部門の県内自給額を表 3-3-1 4（清掃効果最小）、表 3-3-1 5（清掃効果最大）に示す。すなわち漂着ごみが回収されない場合に失われる観光消費額（直接効果）は、清掃効果を最小とした場合に 261,453 千円、最大とした場合に 1,166,080 千円と推計された。

v. 間接一次効果

間接一次波及効果は 1,148 千円（清掃効果最小、日帰り客）、82,781 千円（清掃効果最小、宿泊客）、5,121 千円（清掃効果最大、日帰り客）、369,205 千円（清掃効果最大、宿泊客）と推計された。

vi. 間接二次効果

間接二次波及効果は 2,065 千円（清掃効果最小、日帰り客）、90,196 千円（清掃効果最小、宿泊客）、9,211 千円（清掃効果最大、日帰り客）、402,273 千円（清掃効果最大、宿泊客）と推計された。

vii. 総合評価

直接効果、間接一次効果、間接二次効果の合計は、8,143 千円（清掃効果最小、日帰り客）、429,501 千円（清掃効果最小、宿泊客）、36,316 千円（清掃効果最大、日帰り客）、1,915,574 千円（清掃効果最大、宿泊客）と推計された。すなわち、漂着ごみが回収されない場合に失われる経済波及効果は、清掃効果が最小の場合に 437,644 千円、最大の場合に 1,951,890 千円と推計された。なお各部門における経済波及効果については、表 3-3-1 6、表 3-3-1 7、表 3-3-1 8、表 3-3-1 9 を参照されたい。漁業部門については、清掃効果が最小の場合に 1,568 千円、最大の場合に 6,993 千円が失われると推計された。

本推計では長崎県産業連関表を用いたことから、推計された失われる経済波及効果は長崎県全体に対するものとなる。対馬市に限った失われる経済波及効果や、対馬市における漁業部門への経済波及効果への影響については、対馬市の産業連関表を作成し、詳細に検討する余地がある。

表 3-3- 1 4 直接効果（清掃効果最小）

日帰り観光客	購入者価格	商業マージン率・運輸マージン率								商業マージン額・運輸マージン額								生産者価格に 転換した最終 需要額	産業連関表		任意	直接効果	直接効果（単位： 千円）
	最終需要額	商業マージン率	鉄道マージン率	道路マージン率	沿海内水面マージン率	港湾運送マージン率	航空マージン率	利用運送マージン率	倉庫マージン率	商業マージン額	鉄道マージン額	道路マージン額	沿海内水面マージン額	港湾運送マージン額	航空マージン額	利用運送マージン額	倉庫マージン額		自給率	自給率			
001 耕種農業	81.623	0.334679	0.000899	0.03117	0.001447	0.001649	0.000335	0.003316	0.011198	27317.55	73.41511	2544.22	118.0793	134.5583	27.37268	270.6573	914.0175	50.223	0.44510128	0.44510128		22354.38297	22.35
008 食料品	231.213	0.329724	0.000262	0.022131	0.00018	0.00025	0.000106	0.001756	0.003753	76236.43	60.56942	5117.058	41.69731	57.84916	24.41091	405.967	867.7642	148.401	0.32091087	0.32091087		47623.56349	47.62
013 衣服・その他の繊維既製品	247.454	0.483929	2.33E-05	0.021836	2.68E-05	0.000331	0.000182	0.001638	0.001678	119750	5.757964	5403.362	6.643805	81.86939	45.0007	405.3784	415.1581	121.341	0.08861935	0.08861935		10753.14201	10.75
025 医薬品	215.651	0.242673	0.000463	0.022603	0.000116	0.000283	7.76E-05	0.001942	0.001549	52332.56	99.87167	4874.451	25.06438	61.10214	16.73016	418.7017	333.9551	157.488	0.00084598	0.00084598		133.2319871	0.13
027 石油製品	777.782	0.206584	0.000648	0.009332	0.005699	0.000254	1.12E-06	0.001894	0.001615	160677.3	503.7451	7258.643	4432.376	197.4952	0.871587	1473.144	1256.377	601.982	0.00234711	0.00234711		1412.917009	1.41
031 なめし革・革製品・毛皮	752.180	0.405784	1.19E-05	0.013536	0.000412	0.000273	9.05E-05	0.00101	0.001758	305222.5	8.954659	10181.45	310.1297	205.3602	68.05541	759.3551	1322.603	434.101	0.00118868	0.00118868		516.0054225	0.52
034 陶磁器	142.409	0.182438	3.69E-05	0.026383	0.001901	0.001558	7.78E-06	0.001907	0.000763	25980.93	5.261904	3757.138	270.7111	221.8308	1.107769	271.542	108.6999	111.792	0.33343809	0.33343809		37275.77897	37.28
060 その他の製造工業製品	121.207	0.448795	8.77E-05	0.038277	0.000267	0.000409	0.000137	0.002578	0.001382	54397.26	10.62697	4639.483	32.41487	49.62742	16.6367	312.4433	167.5606	61.581	0.01681306	0.01681306		1035.369088	1.04
070 商業		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	821.915	0.96051379	0.96051379		789460.2833	789.46
075 鉄道輸送		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	768	0.37286667	0.37286667		286.4372216	0.29
076 道路輸送（自家輸送を除く。）	3,060,426	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,104,201	0.95739869	0.95739869		2971958.279	2,971.96
078 水運		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.23	0	0	6,247	0.51735641	0.51735641		3231.826631	3.23
079 航空輸送		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0.44234542	0.44234542		88.55132524	0.09
080 貨物利用運送		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,317	0.00460997	0.00460997		19.90211864	0.02
081 倉庫		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,386	0.09087772	0.09087772		489.4796804	0.49
102 飲食サービス	574.572	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	574.572	0.96465805	1		574571.9876	574.57
104 娯楽サービス	505,283	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	505,283	0.92622509	0.92622509		468006.0104	468.01
108 内生部門計	6,709,800									821914.6	768.2028	43775.8	5237.116	1009.693	200.1859	4317.189	5386.135	6,709,800				4,929.217	4,929.22

宿泊観光客	購入者価格	商業マージン率・運輸マージン率								商業マージン額・運輸マージン額								生産者価格に 転換した最終 需要額	産業連関表		任意	直接効果	直接効果（単 位：千円）
	最終需要額	商業マージン率	鉄道マージン率	道路マージン率	沿海内水面 マージン率	港湾運送 マージン率	航空マージン率	利用運送 マージン率	倉庫マージン率	商業マージン額	鉄道マージン額	道路マージン額	沿海内水面 マージン額	港湾運送 マージン額	航空マージン額	利用運送 マージン額	倉庫マージン額		自給率	自給率			
001 耕種農業	4,736,317	0.334679	0.000899	0.03117	0.001447	0.001649	0.000335	0.003316	0.011198	1585148	4260.04	147632.8	6851.756	7807.977	1588.347	15705.36	53037.46	2914285.064	0.44510128	0.44510128		1297152.02	1,297.15
008 食料品	15,605,168	0.329724	0.000262	0.022131	0.00018	0.00025	0.000106	0.001756	0.003753	5145396	4087.989	345363.6	2814.261	3904.391	1647.556	27399.78	58567.68	10015986.82	0.32091087	0.32091087		3214239.083	3,214.24
013 衣服・その他の繊維既製品	13,535,916	0.483929	2.33E-05	0.021836	2.68E-05	0.000331	0.000182	0.001638	0.001678	6650416	314.9649	295567.9	363.421	4478.316	2461.572	22174.5	22709.45	6637430.416	0.08861935	0.08861935		588204.7952	588.20
025 医薬品	5,668,008	0.242673	0.000463	0.022603	0.000116	0.000283	7.76E-05	0.001942	0.001549	1375471	2624.954	128116.5	658.7738	1605.964	439.7234	11004.85	8777.431	4139309.337	0.00084598	0.00084598		3501.772371	3.50
027 石油製品	14,852,997	0.206584	0.000648	0.009332	0.005699	0.000254	1.12E-06	0.001894	0.001615	3068390	9619.822	138615.4	84643.33	3771.488	16.64436	28132.04	23992.53	11495815.05	0.00234711	0.00234711		26981.91859	26.98
031 なめし革・革製品・毛皮	32,838,817	0.405784	1.19E-05	0.013536	0.000412	0.000273	9.05E-05	0.00101	0.001758	13325468	390.9443	444503.7	13539.71	8965.657	2971.177	33152.08	57742.48	18952082.59	0.00118868	0.00118868		22527.86994	22.53
034 陶磁器	7,490,481	0.182438	3.69E-05	0.026383	0.001901	0.001558	7.78E-06	0.001907	0.000763	1366550	276.7667	197618.7	14238.92	11667.9	58.26668	14282.62	5717.418	5880069.742	0.33343809	0.33343809		1960639.22	1,960.64
060 その他の製造工業製品	9,934,521	0.448795	8.77E-05	0.038277	0.000267	0.000409	0.000137	0.002578	0.001382	4458566	871.0189	380266.3	2656.822	4067.615	1363.595	25608.81	13733.78	5047386.331	0.01681306	0.01681306		84862.02162	84.86
070 商業		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36875406.06	0.96051379	0.96051379		35419336.06	35,419.34
075 鉄道輸送		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22446.49935	0.37286667	0.37286667		8369.551389	8.37
076 道路輸送（自家輸送を除く。）	70,208,904	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72286589.45	0.95739869	0.95739869		69207085.88	69,207.09
078 水運		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172036.3062	0.51735641	0.51735641		89004.08503	89.00
079 航空輸送		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10546.88165	0.44234542	0.44234542		4665.364749	4.67
080 貨物利用運送		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177460.0435	0.00460997	0.00460997		818.0858489	0.82
081 倉庫		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	244278.2307	0.09087772	0.09087772		22199.44809	22.20
101 宿泊業	43,246,983	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43246982.85	0.47379022	1		43246982.85	43,246.98
102 飲食サービス	58,610,550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58610549.95	0.96465805	1		58610549.95	58,610.55
104 娯楽サービス	46,119,337	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46119337.39	0.92622509	0.92622509		42716887.29	42,716.88
108 内生部門計	322,847,999									36875406	22446.5	2077685	125767	46269.31	10546.88	177460	244278.2					256,524.01	

表 3-3- 1 5 直接効果（清掃効果最大）

日帰り観光客	購入者価格	商業マージン率・運輸マージン率								商業マージン額・運輸マージン額								生産者価格に 転換した最終 需要額	産業連関表		任意	直接効果	直接効果（単位：千円）
		最終需要額	商業マージン率	鉄道マージン率	道路マージン率	沿海内水面マージン率	港湾運送マージン率	航空マージン率	利用運送マージン率	倉庫マージン率	商業マージン額	鉄道マージン額	道路マージン額	沿海内水面マージン額	港湾運送マージン額	航空マージン額	利用運送マージン額		倉庫マージン額	自給率			
001 耕種農業	364,038	0.334679	0.000899	0.03117	0.001447	0.001649	0.000335	0.003316	0.011198	121836.2	327,4312	11347.22	526.6333	600.1295	122,0821	1207.131	4076.516	223995.0815	0.44510128	0.44510128	99700.49807	99.70	
008 食料品	1,031,209	0.329724	0.000262	0.022131	0.00018	0.00025	0.000106	0.001756	0.003753	340014.3	270.1395	22822.07	185.9699	258,0071	108.8726	1810.612	3870.226	661869.0857	0.32091087	0.32091087	212400.9867	212.40	
013 衣服・その他の繊維既製品	1,103,644	0.483929	2.33E-05	0.021836	2.68E-05	0.000331	0.000182	0.001638	0.001678	534084.9	25.68051	24098.98	29.63135	365.1373	200.703	1807.987	1851.604	541179.6315	0.08861935	0.08861935	47958.9893	47.96	
025 医薬品	961,802	0.242673	0.000463	0.022603	0.000116	0.000283	7.76E-05	0.001942	0.001549	233403.1	445.4274	21740.04	111.7871	272.5154	74.61649	1867.409	1489.439	702397.7592	0.00084598	0.00084598	594.2143644	0.59	
027 石油製品	3,468,906	0.206584	0.000648	0.009332	0.005699	0.000254	1.12E-06	0.001894	0.001615	716620.2	2246.702	32373.53	19768.39	880.8281	3.887277	6570.218	5603.438	2684838.921	0.00234711	0.00234711	6301.606703	6.30	
031 なめし革・革製品・毛皮	3,354,720	0.405784	1.19E-05	0.013536	0.000412	0.000273	9.05E-05	0.00101	0.001758	1361292	39.93776	45409.23	1383.178	915.906	303.527	3386.722	5898.807	1936090.779	0.00118868	0.00118868	2301.383031	2.30	
034 陶磁器	635,146	0.182438	3.69E-05	0.026383	0.001901	0.001558	7.78E-06	0.001907	0.000763	115874.9	23.46808	16756.83	1207.371	989.3649	4.940649	1211.077	484.8012	498592.981	0.33343809	0.33343809	166249.8909	166.25	
060 その他の製造工業製品	540,584	0.448795	8.77E-05	0.038277	0.000267	0.000409	0.000137	0.002578	0.001382	242611.7	47.39626	20692.08	144.5703	221.3382	74.19966	1393.497	747.3199	274652.1539	0.01681306	0.01681306	4617.743817	4.62	
070 商業		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3665737.163	0.96051379	0.96051379	3520991.098	3,520.99	
075 鉄道輸送		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3426.182822	0.37286667	0.37286667	1277.509368	1.28	
076 道路輸送（自家輸送を除く。）	13,649,491	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13844730.99	0.95739869	0.95739869	13254927.28	13,254.93	
078 水運		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27860.754	0.51735641	0.51735641	14413.93955	14.41	
079 航空輸送		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	892.828768	0.44234542	0.44234542	394.9387126	0.39	
080 貨物利用運送		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19254.65117	0.00460997	0.00460997	88.76340464	0.09	
081 倉庫		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24022.15126	0.09087772	0.09087772	2183.07828	2.18	
102 飲食サービス	2,562,590	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2562589.78	0.96465805	1	2562589.78	2,562.59	
104 娯楽サービス	2,253,562	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2253562.108	0.92622509	0.92622509	2087305.76	2,087.31	
108 内生部門計	29,925,693									3665737	3426.183	195240	23357.53	4503.227	892.8288	19254.65	24022.15					21,984.30	

宿泊観光客	購入者価格	商業マージン率・運輸マージン率（注）										商業マージン額・運輸マージン額							生産者価格に 転換した最終 需要額	産業連関表		任意	直接効果	直接効果（単位：千円）
	最終需要額	商業マージン率	鉄道マージン率	道路マージン率	沿海内水面マージン率	港湾運送マージン率	航空マージン率	利用運送マージン率	倉庫マージン率	商業マージン額	鉄道マージン額	道路マージン額	沿海内水面マージン額	港湾運送マージン額	航空マージン額	利用運送マージン額	倉庫マージン額	自給率	自給率					
001 耕種農業	21,123,964	0.334679	0.000899	0.03117	0.001447	0.001649	0.000335	0.003316	0.011198	7069758	18999.77	658442.1	30558.82	34823.56	7084.025	70045.87	236546.9	12997705.09	0.44510128	0.44510128	5785295.206	5,785.30		
008 食料品	69,599,017	0.329724	0.000262	0.022131	0.00018	0.00025	0.000106	0.001756	0.003753	22948456	18232.42	1540321	12551.6	17413.58	7348.097	122202.9	261211.7	44671279.57	0.32091087	0.32091087	14335499.36	14,335.50		
013 衣服・その他の繊維既製品	60,370,158	0.483929	2.33E-05	0.021836	2.68E-05	0.000331	0.000182	0.001638	0.001678	29214840	1404.743	1318232	1620.857	19973.28	10978.6	98898.21	101284.1	29602925.31	0.08861935	0.08861935	2623392.116	2,623.39		
025 医薬品	25,279,305	0.242673	0.000463	0.022603	0.000116	0.000283	7.76E-05	0.001942	0.001549	6134596	11707.29	571399.3	2938.13	7162.596	1961.166	49081.61	39147.32	18461310.7	0.00084598	0.00084598	15617.89721	15.62		
027 石油製品	66,244,333	0.206584	0.000648	0.009332	0.005699	0.000254	1.12E-06	0.001894	0.001615	13685014	42904.38	618224.5	377509.1	16820.83	74.23379	125468.9	107006.6	51271310.29	0.00234711	0.00234711	120339.2986	120.34		
031 なめし革・革製品・毛皮	146,461,051	0.405784	1.19E-05	0.013536	0.000412	0.000273	9.05E-05	0.00101	0.001758	59431560	1743.611	1982486	60387.06	39986.81	13251.44	147858.2	257531.3	84526247.38	0.00118868	0.00118868	100474.2513	100.47		
034 陶磁器	33,407,528	0.182438	3.69E-05	0.026383	0.001901	0.001558	7.78E-06	0.001907	0.000763	6094812	1234.379	881379.2	63505.56	52038.82	259.8693	63700.46	25499.67	26225098.35	0.33343809	0.33343809	8744446.683	8,744.45		
060 その他の製造工業製品	44,307,941	0.448795	8.77E-05	0.038277	0.000267	0.000409	0.000137	0.002578	0.001382	19885197	3884.742	1695987	11849.42	18141.56	6081.631	114215.3	61252.63	22511332.13	0.01681306	0.01681306	378484.4331	378.48		
070 商業		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164464231.3	0.96051379	0.96051379	157970162.3	157,970.16		
075 鉄道輸送		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100111.3386	0.37286667	0.37286667	37328.1811	37.33		
076 道路輸送（自家輸送を除く。）	313,131,562	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	322398032.8	0.95739869	0.95739869	308663453.5	308,663.45		
078 水運		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	767281.554	0.51735641	0.51735641	396958.0269	396.96		
079 航空輸送		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47039.06937	0.44234542	0.44234542	20807.5167	20.81		
080 貨物利用運送		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	791471.4105	0.00460997	0.00460997	3648.661119	3.65		
081 倉庫		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1089480.381	0.09087772	0.09087772	99009.49052	99.01		
101 宿泊業	192,881,450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	192881450.1	0.47379022	1	192881450.1	192,881.45		
102 飲食サービス	261,402,926	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	261402926.1	0.96465805	1	261402926.1	261,402.93		
104 娯楽サービス	205,692,145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	205692145.1	0.92622509	0.92622509	190517225	190,517.23		
108 内生部門計	1,439,901,378									1.64E+08	100111.3	9266471	560920.5	206361	47039.07	791471.4	1089480					1,144,096.52		

表 3-3-1 6 漂着ごみが回収されない場合に失われる経済波及効果
(清掃効果最小、日帰り客)

38部門	生産額(単位:千円)			
	直接効果	間接効果		波及効果計
		一次	二次	
01 漁業	0	11	10	21
その他の1次産業	22	21	30	73
06 鉱業	0	1	-0	1
11 飲食品	48	41	73	162
15 繊維製品	11	2	3	16
16 パルプ・紙・木製品	0	3	2	5
20 化学製品	0	1	1	2
21 石油・石炭製品	1	1	0	2
22 プラスチック・ゴム製品	0	3	2	4
25 窯業・土石製品	37	1	1	39
26 鉄鋼	0	0	1	2
27 非鉄金属	0	0	0	0
28 金属製品	0	5	2	7
29 はん用機械	0	2	1	2
30 生産用機械	0	0	0	0
31 業務用機械	0	2	1	3
32 電子部品	0	3	1	5
33 電気機械	0	0	0	1
34 情報通信機器	0	0	2	2
35 輸送機械	0	1	1	2
39 その他の製造工業製品	2	8	5	14
41 建設	0	13	12	25
46 電力・ガス・熱供給	0	88	81	169
47 水道	0	17	35	53
48 廃棄物処理	0	24	8	33
51 商業	789	164	242	1,196
53 金融・保険	0	63	138	201
55 不動産	0	34	551	585
57 運輸・郵便	2,976	199	124	3,298
59 情報通信	0	64	122	186
61 公務	0	10	13	23
63 教育・研究	0	2	46	48
64 医療・福祉	0	0	134	134
65 他に分類されない会員制団体	0	12	36	48
66 対事業所サービス	0	287	94	381
67 対個人サービス	1,043	11	282	1,336
68 事務用品	0	10	3	13
69 分類不明	0	42	7	49
70 内生部門計	4,929	1,148	2,065	8,143

**表 3-3-17 漂着ごみが回収されない場合に失われる経済波及効果
(清掃効果最小、宿泊客)**

38部門		生産額(単位:千円)			
		直接効果	間接効果		波及効果計
			一次	二次	
01	漁業	0	1,113	434	1,547
	その他の1次産業	1,297	2,281	1,316	4,894
06	鉱業	0	54	-0	54
11	飲食料品	3,214	5,026	3,206	11,447
15	繊維製品	588	141	150	879
16	パルプ・紙・木製品	0	245	80	326
20	化学製品	4	69	28	101
21	石油・石炭製品	27	33	10	70
22	プラスチック・ゴム製品	0	193	75	268
25	窯業・土石製品	1,961	85	28	2,074
26	鉄鋼	0	20	51	71
27	非鉄金属	0	1	1	2
28	金属製品	0	281	108	389
29	はん用機械	0	74	25	98
30	生産用機械	0	8	2	10
31	業務用機械	0	122	40	161
32	電子部品	0	125	64	189
33	電気機械	0	13	16	28
34	情報通信機器	0	8	86	93
35	輸送機械	0	63	24	87
39	その他の製造工業製品	107	455	197	759
41	建設	0	944	509	1,453
46	電力・ガス・熱供給	0	8,584	3,552	12,136
47	水道	0	1,829	1,541	3,370
48	廃棄物処理	0	3,632	364	3,996
51	商業	35,419	14,266	10,574	60,259
53	金融・保険	0	3,810	6,033	9,842
55	不動産	0	1,801	24,069	25,870
57	運輸・郵便	69,332	13,604	5,394	88,330
59	情報通信	0	4,286	5,335	9,621
61	公務	0	373	553	926
63	教育・研究	0	113	2,024	2,136
64	医療・福祉	0	30	5,843	5,873
65	他に分類されない会員制団体	0	786	1,555	2,342
66	対事業所サービス	0	14,085	4,126	18,210
67	対個人サービス	144,574	2,136	12,330	159,041
68	事務用品	0	581	135	716
69	分類不明	0	1,513	319	1,831
70	内生部門計	256,524	82,781	90,196	429,501

表 3-3-1 8 漂着ごみが回収されない場合に失われる経済波及効果
(清掃効果最大、日帰り客)

38部門		生産額(単位:千円)			
		直接効果	間接効果		波及効果計
			一次	二次	
01	漁業	0	48	44	92
	その他の1次産業	100	93	134	327
06	鉱業	0	5	-0	5
11	飲食料品	212	185	327	724
15	繊維製品	48	8	15	71
16	パルプ・紙・木製品	0	15	8	23
20	化学製品	1	4	3	7
21	石油・石炭製品	6	3	1	10
22	プラスチック・ゴム製品	0	12	8	20
25	窯業・土石製品	166	4	3	173
26	鉄鋼	0	2	5	7
27	非鉄金属	0	0	0	0
28	金属製品	0	21	11	32
29	はん用機械	0	8	3	10
30	生産用機械	0	1	0	1
31	業務用機械	0	9	4	13
32	電子部品	0	14	7	21
33	電気機械	0	1	2	3
34	情報通信機器	0	1	9	9
35	輸送機械	0	5	3	8
39	その他の製造工業製品	7	36	20	63
41	建設	0	60	52	112
46	電力・ガス・熱供給	0	392	363	755
47	水道	0	77	157	235
48	廃棄物処理	0	108	37	145
51	商業	3,521	733	1,080	5,334
53	金融・保険	0	281	616	897
55	不動産	0	150	2,458	2,608
57	運輸・郵便	13,273	886	551	14,710
59	情報通信	0	285	545	830
61	公務	0	46	56	103
63	教育・研究	0	9	207	215
64	医療・福祉	0	2	597	599
65	他に分類されない会員制団体	0	56	159	214
66	対事業所サービス	0	1,280	421	1,701
67	対個人サービス	4,650	50	1,259	5,959
68	事務用品	0	46	14	60
69	分類不明	0	187	33	220
70	内生部門計	21,984	5,121	9,211	36,316

表 3-3- 1 9 漂着ごみが回収されない場合に失われる経済波及効果
(清掃効果最大、宿泊客)

38部門	生産額(単位:千円)			
	直接効果	間接効果		波及効果計
		一次	二次	
01 漁業	0	4,963	1,938	6,901
その他の1次産業	5,785	10,173	5,869	21,827
06 鉱業	0	240	-1	240
11 飲食料品	14,335	22,416	14,301	51,052
15 繊維製品	2,623	628	671	3,922
16 パルプ・紙・木製品	0	1,095	357	1,452
20 化学製品	16	308	124	448
21 石油・石炭製品	120	148	45	314
22 プラスチック・ゴム製品	0	861	335	1,196
25 窯業・土石製品	8,744	380	125	9,249
26 鉄鋼	0	87	229	317
27 非鉄金属	0	6	3	9
28 金属製品	0	1,253	480	1,734
29 はん用機械	0	330	110	439
30 生産用機械	0	36	9	45
31 業務用機械	0	543	176	719
32 電子部品	0	560	285	845
33 電気機械	0	56	70	126
34 情報通信機器	0	34	382	415
35 輸送機械	0	280	109	389
39 その他の製造工業製品	479	2,028	878	3,385
41 建設	0	4,210	2,268	6,479
46 電力・ガス・熱供給	0	38,286	15,842	54,129
47 水道	0	8,156	6,872	15,028
48 廃棄物処理	0	16,200	1,622	17,822
51 商業	157,970	63,628	47,158	268,757
53 金融・保険	0	16,992	26,906	43,897
55 不動産	0	8,030	107,348	115,378
57 運輸・郵便	309,221	60,673	24,056	393,950
59 情報通信	0	19,114	23,796	42,910
61 公務	0	1,664	2,467	4,131
63 教育・研究	0	502	9,026	9,528
64 医療・福祉	0	133	26,062	26,194
65 他に分類されない会員制団体	0	3,507	6,937	10,444
66 対事業所サービス	0	62,818	18,400	81,218
67 対個人サービス	644,802	9,526	54,993	709,321
68 事務用品	0	2,592	602	3,194
69 分類不明	0	6,746	1,422	8,168
70 内生部門計	1,144,097	369,205	402,273	1,915,574

② 海洋ごみによる環境・生物への影響

以下、1) に各機関の報告書の調査結果の概要を簡潔に示す。調査の結果、比較的最近の知見が多く、最も参考にできると考えられた報告書は、「令和元年度海洋プラスチックごみに関する既往研究と今後の重点課題（生物・生態系影響と実態）報告書」（2019 年、環境省）であると考えられたため、その内容を抜粋してとりまとめた。

1) 国内外の各機関の報告書の調査結果概要

i. 環境省

・「海洋プラスチックごみによる生物・生態系影響把握等業務 報告書」

（参考：https://www.env.go.jp/water/post_80.html 確認：2023 年 10 月 20 日）

「海洋プラスチックごみによる生物・生態系影響把握等業務」は、令和元年度以降、継続して実施されている業務である。令和元年度は、漁具を含むマクロプラスチック及びマイクロプラスチックに関する生物種・生態系への影響に関する情報が取りまとめられているが、令和 2 年度以降の業務ではマイクロプラスチックの情報に限定されている。そのため、令和元年度の報告書に本調査の目的に合致する情報が記載されていると考えられる。

・「海洋プラスチックごみとしての遺失漁具等関連情報整理業務 令和 2 年度報告書」

報告書 p.4 に「遺失漁具等による海洋へ流出するプラスチックごみに関連する情報収集・整理を行った」とあるが、生物種・生態系への影響について調査されているかどうかは不明である。

（参考：https://www.mf21.or.jp/pdf/R02_report.pdf 確認：2023 年 10 月 20 日）

ii. NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)

a. 野生生物・生態系への影響についての報告書

以下 4 つの報告書があり、投棄・遺失漁具の生物種・生態系への影響の情報が記載されていた。しかしながら、報告書の発行年がいずれも 2014～2016 年と他の機関の報告書と比較して古く、それ以降の最新の知見が含まれていない。

（参考：<https://marinedebris.noaa.gov/resources/reports> 確認：2023 年 10 月 20 日）

・「Impact of “Ghost Fishing” via Derelict Fishing Gear」(2015) (投棄・遺失漁具によるゴーストフィッシングの影響に関する報告書、全 25 ページ)

（参考：<https://marinedebris.noaa.gov/impact-ghost-fishing-derelict-fishing-gear> 確認：

2023 年 10 月 20 日)

- ゴーストフィッシングが生じる仕組み、流出実態、投棄・遺失漁具 (derelict fishing gear) の種類ごとの影響、生物種ごとの死亡率、各国の対策が整理されている。
- ゴーストフィッシングにより捕獲されたり死亡したりする種の 90%以上は商業的価値があると推定する研究がある。また、商業的損失が複数の文献で試算されている。
- 将来的な対策として、流出防止策、回収、教育・啓蒙についての提案がなされている。

・「Entanglement of Marine Species in Marine Debris with an Emphasis on Species in the United States」(2014) (海洋生物へのごみの絡まりに関する報告書、全 33 ページ)

(参考：<https://marinedebris.noaa.gov/entanglement-marine-species-marine-debris-emphasis-species-united-states> 確認：2023 年 10 月 20 日)

- 海洋ごみの絡まりの影響を受けている生物種 (海棲哺乳類、ウミガメ、海鳥、魚類、無脊椎動物)、や種の中で影響を受けている個体数の割合、場所 (生息密度が高く漁業活動が多い) などについての知見が整理されている。
- 絶滅危惧種であるハワイモンクアザラシは、個体数と比較して漁具の絡まりが多いことから、影響が大きいのではないかと指摘されている。
- 今後研究が必要な部分や課題が整理されている (観測している生物種の偏り、使用中の漁具と投棄・遺失漁具 (derelict fishing gear) を区別することの難しさ、サンプリングの方法等)。

・「Occurrence and Health Effects of Anthropogenic Debris Ingested by Marine Organisms」(2015) (海洋生物のごみの誤食に関する報告書、全 24 ページ)

(参考：<https://marinedebris.noaa.gov/occurrence-and-health-effects-anthropogenic-debris-ingested-marine-organisms> 確認：2023 年 10 月 20 日)

- 海域のごみが蓄積されやすい場所や、影響を受けている生物種 (微生物・無脊椎動物、魚類、ウミガメ、鳥類、海棲哺乳類)、ヒトに対して推定される影響 (物理学的、生理学的) が整理されている。
- ごみの誤食による健康影響 (直接的な影響としての腸閉塞や飢餓、間接的な影響としての残留性汚染物質の濃縮等) は十分に分かっていないと結論付けられている。
- 海洋生物の摂餌行動とごみの誤食頻度について記載されている。
- 今後実施すべき課題として、海洋物理学、獣医学の専門家との連携、データ解析によ

る海洋ごみの存在量や発生源推定等が記載されている。

- ・「Marine Debris Impacts on Coastal and Benthic Habitats」(2016) (海岸及び底生生物の生息場所への海洋ごみの影響に関する報告書、全 31 ページ)

(参考：https://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/publications-files/Marine_Debris_Impacts_on_Coastal_%26_Benthic_Habitats.pdf 確認：2023 年 10 月 20 日)

- 砂浜、塩性湿地、マングローブ林、サンゴ礁、海草、底生堆積物、カキ礁など、沿岸及び海洋の生息場所に及ぼす海洋ごみの影響について調査している。
- 投棄・遺失網 (derelict nets) やその他のごみは、無脊椎動物や底生生物に生息場所や隠れ場を提供することもあるが、多くの場合は海底の生息場所を被覆、摩滅、変化させることで、生態系に影響を与えている可能性がある。また、サンゴ礁に対して、損傷、構造の変化を及ぼし、またサンゴ礁に生息する生物を損傷したり生息場所を奪ったりしていることが知られている。
- 海洋ごみによる生息場所への影響の発生と大きさを定量的・定性的に評価しようとした大規模な研究はほとんどなく、データが不足している場所もあるため、今後より調査や対策を進めていく必要がある。

b. チェサピーク湾における投棄・遺失漁具の生態学的・経済的影響についての報告

NOAA Marine Debris Program の助成を受けたプロジェクトの一環として、チェサピーク湾における投棄・遺失ワタリガニ漁具 (derelict blue crab pots) の生態学的・経済的影響が包括的に評価されている。以下の 2 つの報告書があるが、いずれも限られた地域、生物種の影響についての知見しか扱われていない。

- ・「Effects of Derelict Fishing Gear in the Chesapeake Bay Assessment Report」(2016 年)

(参考：https://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/publications-files/DFG_Effects_Chesapeake_Bay_Final_Report_2016.pdf 確認：2023 年 10 月 20 日)

調査報告書であり、以下の内容が記載されている。

- ワタリガニ漁具の紛失または投棄の量 (年間 12~20%)
- 投棄・遺失ワタリガニ漁具によって捕獲されるワタリガニの量 (漁獲量の 5% 近く)
- 漁具・漁獲量の損失による経済的コストの試算

- 施策の提案（投棄・遺失ワタリガニ漁具の除去、レクリエーションボート利用者との活動の重複を減らす（minimize use conflict）教育、生分解性の脱出機構を含むワタリガニ漁具への改良（pot modifications that include a biodegradable escape mechanism）

・「Assessing Ecological and Economic Effects of Derelict Fishing Gear: A Guiding Framework」（2016）

（参考：https://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/publications-files/Assessing_DFG_Effects_Guiding_Framework_2016_508.pdf 確認：2023 年 10 月 20 日）

投棄・遺失漁具（derelict fishing gear）の評価のためのガイディングフレームワークであり、以下の内容が記載されている。

- セクション 1：世界的な背景と、投棄・遺失漁具を評価・管理する動機
- セクション 2：概念モデルの開発、分析アプローチの計画、データの評価、定量的モデルの開発など、枠組みと評価に必要な要素
- セクション 3~5：使用中漁具と投棄・遺失漁具の密度と空間分布を特徴づけるための技術的詳細と手順、投棄・遺失漁具の生態学的影響を評価するためのマッピング、投棄・遺失漁具による死亡率の定量化、投棄・遺失漁具の漁業への経済的影響の評価のために必要なデータとアプローチの決定
- セクション 6：投棄・遺失漁具を探知・撤去するために使用される技術の概要
- セクション 7：投棄・遺失漁具のアセスメント結果の対策の実施に向けた活用法

c. 鯨類へごみの絡まりについての取組

鯨類へのごみの絡まりに対応するために以下のような活動があり、その報告書が公開されているが、いずれも限られた地域、生物種の影響についての知見しか扱われていない。

・West Coast Large Whale Entanglement Response Program（MARINE MAMMAL PROTECTION）

（参考：<https://www.fisheries.noaa.gov/west-coast/marine-mammal-protection/west-coast-large-whale-entanglement-response-program> 確認：2023 年 10 月 20 日）

漁業における海棲哺乳類への海洋ごみの絡まりを減らし、鯨類個体群の回復と保全を促進するための活動であり、西海岸地域において、NOAA が太平洋漁業管理協議会

(Pacific Fishery Management Council) 及びワシントン州、オレゴン州、カリフォルニア州の漁業管理者と協力して実施している。

報告書には、鯨類への漁具の絡まりを解消する対応方法や、絡まりの数の報告、その経年変化等が報告されている。

- ・ California Current Integrated Ecosystem Assessment : The Ecosystem Context for Reducing West Coast Whale Entanglements (CCIEA)

(参考 : <https://www.integratedecosystemassessment.noaa.gov/regions/california-current/the-ecosystem-context-reducing-west-coast-whale-entanglements> 確認 : 2023 年 10 月 20 日)

米国西海岸において NOAA の科学者が主導する学際的な研究活動であり、カリフォルニア海域の生態系に基づく管理のための科学的支援を提供することを目的としている。ウェブサイトにて、いくつかの生態系に関するエンドポイントを指標として、原因、状況等の最新情報が掲載されている。Whale Entanglement Indicators には、様々な指標の経時変化が整理されている。(鯨類の数、生息地の縮小に関する指標 (Habitat Compression)、海ごみへの絡まりの報告数、餌の多さ、漁具の絡まりによる鯨類の打ち上げ数 など)

iii. PICES (The North Pacific Marine Science Organization)

海洋プラスチック汚染の指標に関するワーキンググループ (WG42) があるが、その会議の報告資料では投棄・遺失漁具の生物・生態系への影響について参考になりそうな知見はない。また、ワーキンググループの成果として以下 3 つの文献が公開されており、一部プラスチックごみの生物種・生態系への影響について記載されているが、投棄・遺失漁具の生物種・生態系への影響について直接は扱われていない。

- a. Won Joon Shim, Seung-Kyu Kim, Jongsu Lee, Soeun Eo, Ji-Su Kim, Chengjun Sun, Toward a long-term monitoring program for seawater plastic pollution in the north Pacific Ocean: Review and global comparison, Environmental Pollution, 311 (2022).

(参考 : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749122011253> 確認 : 2023 年 10 月 20 日)

- ・ マイクロプラスチックとマクロプラスチックのそれぞれについて、測定方法や測定条件、粒子の大きさなどについて文献のレビューが整理されている。

- ・マイクロプラスチックの文献とマクロプラスチックの文献は別々に調査されており、両者の関連性は調査されていない。
- ・マイクロプラスチックに関しては、環境中のマイクロプラスチック存在量 (particles/m³) の結果と、マイクロプラスチックの生態系への影響についての実験結果から導き出された PNEC (予測無影響濃度) が関連付けられて示されている。

b. Amy V. Uhrin, Sunwook Hong, Hillary K. Burgess, Sehan Lim, Kyle Dettloff, Towards a North Pacific long-term monitoring program for ocean plastic pollution: A systematic review and recommendations for shorelines, Environmental Pollution, 310 (2022).

(参考 :

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749122010764?via%3Dihub> 確認 : 2023 年 10 月 20 日)

- ・北太平洋各国の海洋ごみモニタリングの文献レビューの結果を整理している。その結果からは、「調査した文献の研究のデザインは、地域間を比較したり、再現性を確保したりするには不十分であるものがほとんどである」と結論付けられている。また、それらが可能となるような海岸モニタリングの方法が提案されている。
- ・生物・生態系への影響については、「生態系モニタリングの調査デザインの研究を参考にできる」と記載してあるのみで、具体的な結果などは示されていない。

c. Won Joon Shim, Seung-Kyu Kim, Jongsu Lee, Soeun Eo, Ji-Su Kim, Chengjun Sun, Toward a long-term monitoring program for seawater plastic pollution in the north Pacific Ocean: Review and global comparison, Environmental Pollution, 311 (2022)

(参考 : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749122011253> 確認 : 2023 年 10 月 20 日)

- ・5つの分類群 (無脊椎動物、魚類、海鳥、海棲哺乳類、ウミガメ) におけるプラスチック誤食状況を、複数の指標による評価基準に従って地域間で評価し、各生物種を指標として用いることにどの程度の妥当性があるかどうかの評価が行われている (GESAMP が提示した評価基準との類似性を示す)。
- ・様々なサイズをカバーできるように5つの分類群・12種類の生物種が選定されている。各生物の摂取しているごみのサイズについては直接評価されていない。
- ・生物の分類ごとの各海洋でのプラスチックごみの摂取割合、ごみの平均摂取数が表され

ている。また、魚類についてはプラスチックの摂取量の経年変化も確認している。

- ・プラスチックごみと生物への影響（死亡、傷害等）との関連は示されておらず、あくまで各生物種がどの程度ごみを摂取しているかに焦点が当てられている。
- ・投棄・遺失漁具の生態系への影響・生物による摂取状況については記載されていない。

2) 「令和元年度海洋プラスチックごみに関する既往研究と今後の重点課題（生物・生態系影響と実態）報告書」（2019 年、環境省）の取りまとめ

（参考：<https://www.env.go.jp/content/000050416.pdf> 確認：2023 年 10 月 20 日）

当該報告書は、環境省の海洋プラスチックごみの効果的・効率的な対策・施策の基盤となる科学的知見のうち、「生物・生態系影響」と「実態」についてとりまとめられたものである。これらの研究分野についての総説を出発点とし、有識者からの推薦による関連論文の収集、データベースを活用したキーワード検索による関連論文、当時進行中のプロジェクトの情報が収集されている。当該報告書は、関連する学術分野から幅広く参画された有識者による検討会での意見を受けて取りまとめられている。

当該報告書のうち「2.1. マクロプラスチックごみによる生物影響」に関連する情報があったため、ここから、当該環境省報告書のうち、上記 2.（1）② 「2）知見の抽出条件」調査範囲」に該当する内容を抜粋した。特に、当該報告書中の文言で、漁具、又は当該報告書の文言から漁具の可能性のあると考えられるごみ（テグス、ネット、ロープなど）について記載されている箇所について文字色を青色で示した。また、文献の引用箇所は当該報告書の引用番号のとおり示し、対応する引用文献のリストを表 3-3-20 に示した。

（「2.1. マクロプラスチックごみによる生物影響」より抜粋）

2.1.1. マクロプラスチックごみの絡まりと誤食の現状

- ・マクロプラスチックごみが生物に及ぼす影響として、誤食、絡まりが報告されている。行政課題の観点から重要種(特別天然記念物、天然記念物、希少野生動植物種、緊急指定種、環境省レッドリスト掲載種等)について、誤食・絡まりが報告されている種を表 2-1 に示す。

表2-1 重要種におけるマクロプラスチックの誤食・絡まりの報告例
(Kühn *et al.*(2015)¹を基に作成)

分類	種名(指定)	報告地域	誤食	絡まり	文献数
鳥類	アホウドリ* (<i>Phoebastria albatrus</i>)	北太平洋	○	—	1
	ウミガラス+ (<i>Uria aalge</i>)	北大西洋、北太平洋	○	○	12
爬虫類	アカウミガメ\$、ss (<i>Caretta caretta</i>)	北大西洋、北太平洋、南大西洋、地中海、南太平洋、インド洋	○	○	34
	ケンブリヒメウミガメss (<i>Lepidochelys kempii</i>)	北大西洋	○	○	10
	ヒメウミガメss (<i>Lepidochelys olivacea</i>)	北大西洋、南大西洋、北太平洋、南太平洋、インド洋	○	○	7
	アオウミガメ**、ss (<i>Chelonia mydas mydas</i>)	北大西洋、南大西洋、北太平洋、南太平洋、インド洋	○	○	30
	タイマイ\$、ss (<i>Eretmochelys imbricata</i>)	北大西洋、北太平洋、南太平洋	○	○	17
	ヒラタウミガメ(IUCN 情報不足) (<i>Natator depressus</i>)	南太平洋	○	○	5
	オサガメss (<i>Dermochelys coriacea</i>)	北大西洋、南大西洋、北太平洋、南太平洋、インド洋	○	○	27
	ジュゴン+ (<i>Dugong dugon</i>)	南太平洋、インド洋	○	○	2
哺乳類	ラッコ+ (<i>Enhydra lutris</i>)	北太平洋	—	○	2
	— (一部環境省レッドリスト)	北大西洋、南大西洋、北極海、南インド洋、地中海、南太平洋	(窒息、ダメージ、コロニー消滅等)		14

注：*：特別天然記念物、+：絶滅危惧種 IA 類、\$：絶滅危惧種 IB 類、**：絶滅危惧種 II 類、ss：IUCN 絶滅危惧種

(誤食・鳥類)

- ・ミズナギドリ科(Procellariidae)の鳥が摂取したプラスチックごみの数量が定量的に報告されている(Roman *et al.*, 2019a)²。海鳥による海洋ごみの摂取は、生息域における海洋ごみとの遭遇頻度(ごみの存在量を個体数で割ったもの)の影響を受けている。アカアシミズナギドリ(*Puffinus carneipes*)の場合、経度 145 度を境界線として東部に生息しているグループと西部に生息しているグループとの間で、マクロプラスチックの摂取率に有意差があり、東部で高かったことから、海洋ごみとの遭遇頻度が高い海域に生息する個体の方が海洋ごみの摂取数が有意に高いとしている。
- ・フルマカモメ(*Fulmarus glacialis*)の腸内のプラスチック片の量は、地域のごみの量を反映することが知られている。Ryan *et al.* (2009)³によると、汚染の少ない北極のカナダ側では、誤食の割合は 36%と少ないものの、北大西洋で汚染度の高い北海周辺においては、ほとんどのフルマカモメがプラスチック片を取込んでいた。

(誤食・爬虫類)

- ・ウミガメが誤食したプラスチックごみの数量が定量的に報告されている。ウミガメの腸内に存在していたプラスチックの数量についての報告値を表 2-2 に示す(Campani et al., 2013⁴; Hoarau et al., 2014⁵; Clukey et al., 2017⁶)。ただし、引用元の論文では調査海域のマクロプラスチックごみの量等の汚染状況については明らかにされていない。

表 2-2 ウミガメの腸内におけるプラスチック存在量

種	海域	N(頭)	数(個)	重量(g)	文献
アカウミガメ (<i>Caretta caretta</i>)	地中海 (イタリア、トスカーナ州沿岸)	31(計)	—	—	Campani <i>et al.</i> (2013) ⁴
< 40 cm CCL		18	17.50 ± 24.61	0.86 ± 0.59	
> 40 cm CCL		4	20.89 ± 33.67	3.02 ± 4.73	
—		9	ND	ND	
アカウミガメ (<i>Caretta caretta</i>)	南西インド洋	32(計)	41.09 ± 7.22 (1~149)	16.4 ± 2.85 (0.18~75.05)	Hoarau <i>et al.</i> (2014) ⁵
剖検		9	45.2 ± 14.4 (6~141)	18.8 ± 4.71 (4.27~45.56)	
便中		23	39.5 ± 8.5 (1~149)	15.4 ± 3.56 (0.18~75.05)	
ヒメウミガメ (<i>Lepidochelys olivacea</i>) 57.8 ± 5.8 cm CCL	太平洋 (ハワイ諸島、サモア諸島)	37	41.5 ± 56.0 (1~314)	6.80 ± 7.89 0~36.9	Clukey <i>et al.</i> (2017) ⁶
アオウミガメ (<i>Chelonia mydas mydas</i>) 43.9 ± 5.2 cm CCL		10	93.8 ± 83.6 (0~248)	19.5 ± 17.2 0~44.7	
アカウミガメ (<i>Caretta caretta</i>) 68.9 ± 3.8 cm CCL		5	81.6 ± 92.7 0~201	29.4 ± 33.8 0~69.3	
オサガメ (<i>Dermochelys coriacea</i>) 74.6 ± 13.3 cm CCL		3	ND	ND	

CCL: curved carapace length (曲甲長)、数値は「平均値 ± SD」、カッコ内は範囲

(誤食・哺乳類)

- ・2016 年 1 月から 2 月の間に北海の海岸に沿って取り残された 30 頭のマッコウクジラ (*Physeter macrocephalus*)のうち 22 頭の死体の消化管を調査したところ、ネット、ロープ、ホイル、包装材、自動車の一部などの海洋ごみが 22 個体中 9 個体で発見された。いずれの項目も直接的な死因とは言い切れないが、海洋ごみへのばく露レベルが高く、マッコウクジラのような大型捕食者にはリスクとなっている(Unger et al., 2016⁷)。

(誤食・魚類)

- ・ビニール袋やペットボトルの蓋、食品の包装袋等のプラスチック片を誤食していたミズウオ (*Alepisaurus ferox*)は 44 個体のうちの 32 個体で、1 個体あたり平均 5.0 個のプラスチック片を誤食していた。これは駿河湾において、1999 年から 2004 年までの間に海岸に打ち上げられた 44 個体のミズウオの胃の内容物を、環境教育の一環として調べた結果で

ある。この結果は、同様の地域で過去に調査した久保田(1995)⁸による結果(296 個体を調査し、誤食は 3.1 個／個体であった)よりも多かった。また、これらすべての結果を合わせると、駿河湾において調査した全 340 個体のうち、216 個体(66%)[原文ママ]¹⁾においてプラスチックの誤食が確認されており、平均で 3.6 個／個体のプラスチック片の誤食があった(伊藤ら, 2005⁹)。

(絡まり・鳥類)

・ウミネコ(*Larus crassirostris*)の全斃死数に対する**テグス等**による斃死個体の割合は 25.8%であった。静岡県御前崎地域と茨城県の大洗地域における漂着鳥類調査において、14 目 20 科 42 種 876 個体の鳥類のうち、**テグス等**の絡まりは 5 目 5 科 7 種 14 個体で確認された。**テグス等**による斃死個体数が最も多かったのはウミネコの 8 個体であった。これはウミネコの全斃死個体数(31 個体)のうち 25.8%を占めた。その他オオハム(*Gavia arctica*)、カモメ(*Larus canus*)、カワウ(*Phalacrocorax carbo*)、ゴイサギ(*Nycticorax nycticorax*)、ハシボソミズナギドリ(*Puffinus tenuirostris*)、ユリカモメ(*Larus ridibundus*)についても斃死が確認された(佐藤と勝田, 2011¹⁰)。

・シロカツオドリ(*Morus bassanus*)では年間平均 62.85 ± 26.84 個体が絡まりの被害に遭うとの推計がされており、その多くはヒナによるものであった。英国グラスホルム島におけるシロカツオドリの調査において、鳥類の中には**ロープや釣糸等**を巣材として利用する種もあり、それが結果的に絡まりを引き起こす場合もあると指摘している。この調査では、シロカツオドリの巣に含まれるプラスチックの量が平均で 469.1 g(合成繊維のロープが最も多い)であり、8 年間で 525 個体の絡まりが確認されている(Votier et al., 2011¹¹)。

(絡まり・魚類)

・岩手県沿岸域において東日本大震災によって海底に沈んだ**底刺網**を回収調査したところ、漁網から魚類 6 科 12 種 47 個体、甲殻類 1 種 8 個体が確認された。また、死亡率は 16.7 ~ 61.5%(平均 40.0%)であり、魚類の死亡率(平均 46.8%)が高い傾向が見られた。調査は 2011 年 6 月に行われ、4 張りの**刺網**が回収された。採集個体はカレイ科魚類(Pleuronectidae)が 35%、カジカ科魚類(Cottidae)が 33%であった。同調査時点におけるゴーストフィッシングによる累積の重量は、設置直後の日当たり漁獲量期待値に対して 12~45 回分に相当するという試算もなされている(後藤, 2012¹²)。

(シミュレーションによる分析)

¹⁾ 環境省報告書で引用されている伊藤ら(2005)でも、調査数 340 個体のうちプラスチック片を捕食したミズウオは 216 個体、66%とあるが、 $216 \div 340 \times 100 = 64\%$ となるため、いずれかの数値に誤植が含まれていると考えられる。

・海洋ごみの分布予測モデルと 186 種の海鳥の分布データを合わせ、海鳥が海洋ごみにばく露されるリスクを地球規模で予測した結果、オーストラリアとニュージーランドの間のタスマン海で最もリスクが高くなると予測された。1962 年から 2012 年の間に研究論文で報告された 135 種のうち 8 種[原文ママ]²⁾ (59%)はプラスチックを摂取しており、これらの研究では平均 29%の個体の腸内にプラスチックが認められた。2015 年時点の摂取率は個体で 90%と推定され、2050 年までには 99%の種、95%の個体に達すると推定された。一般的にこの海域では人為的な活動や海洋ごみの密度も低いため影響は少ないと考えられていたが、このシミュレーションでは相反する結果となった。効果的な廃棄物管理を行えばこの割合を減らすことができるとしている(Wilcox et al., 2015¹³)。

・マクロプラスチックごみによる絡まりの影響が及ぶ鳥類の種数が最も多い海域は、南極海及び太平洋赤道域に存在し、プラスチックごみの濃度分布だけに依存しているわけではない可能性がある。種毎の分布を示した IUCN (The International Union for Conservation of Nature) (2018)¹⁴ 及び海洋プラスチックごみによる絡まりの観測記録である BirdLife (BirdLife International) (2018)¹⁵ と OBIS (2018)¹⁶ を用いて、マクロプラスチックごみによる絡まりが鳥類に及ぼす影響を予備的にシミュレーションした結果、絡まりによる影響を、絡まりが報告されている種数とその地域に生息する種数の比で見ると、プラスチックごみの推定密度が低い水域、特に南極海と太平洋赤道域で顕著に高かった(Woods et al., 2019¹⁷)。

2.1.2. マクロプラスチックごみの誤食が生物に及ぼす影響の定量化と高感受性種・プラスチック性状

(鳥類)

・1 つのごみを摂取すると生涯死亡率が 20.4%になり、93 個のごみを摂取すると 100%に上昇する。主な死因は消化管の閉塞である。ミズナギドリ目(Procellariiformes)は個体数の減少など世界的に最も脅威にさらされている鳥のグループであり、海洋ごみの摂取頻度が最も高いグループである。オーストラリアとニュージーランドで漁業の混獲・傷病死・海岸に漂着した死体を収集した 51 種 1,733 羽の海鳥について、van Franeker (2004)¹⁸ の手順に基づいて剖検して判明した死因データを AIC(Akaike Information Criterion: 赤池情報量規準)とモンテカルロ法を用いて統計解析を行い、摂取したごみと、ごみの摂取による死との用量反応関係が導かれた(Roman et al., 2019b¹⁹)。

²⁾ 環境省報告書で引用されている Wilcox et al., 2015 では 80 種と記載されており、「8 種」は誤植であると考えられる。

- ・誤食が若い個体に多く見られる理由として、親鳥からの餌を選べないということと、若鳥が適切な餌を判断する能力が低いことが挙げられる (Ryan et al., 2009³)。
- ・動物プランクトンを餌とする、または海表面で摂餌する種では、海ごみの摂取割合が高い (Roman et al., 2019a²)。
- ・同じミズナギドリ目(Procellariiformes)の鳥でもプラスチックの摂取率が高い種と低い種が存在する。マクロプラスチックごみの摂取率は、ミズナギドリ目の種によって大きく異なる。アホウドリ科 Diomedea 属と Thalassarche 属はめったにマクロプラスチックごみを摂取しないが(Ryan et al., 2016²⁰)、オオミズナギドリ属の一種(Calonectris diomedea) (Codina-García et al., 2013²¹)、フルマカモメ (Fulmarus glacialis) (Acampora et al., 2016²²)、及びハシボソミズナギドリ (Puffinus tenuirostris) (Roman et al., 2016²³)を含む種のプラスチック摂取率(採取された個々の検体がプラスチックを摂取している割合)は 90%を超えることが示されている (Codina-García et al., 2013²¹)。
- ・ミズナギドリには特定のプラスチックに対して嗜好性があり、特に硬い材質、ゴム、風船を摂取しやすい。2010 年(n = 102、成鳥)と 2012 年(n = 27、幼鳥)にオーストラリアのノースストラッドブローック島で 2 件の座礁事故の際に得られたハシボソミズナギドリ (Puffinus tenuirostris)による海洋ごみの摂取を調査した。剖検し、腸内で見つかった固形物をプラスチック、ロープ、風船、ゴムなどの種類と色に分類した。鳥の 67%以上が人為的なごみを摂取しており、399 個のごみが確認された。ごみを摂取した鳥の体長と摂取しなかった鳥の体長との間に有意な関係は見つからなかった。オスとメスの間にも摂取量に有意差はなかった。ハシボソミズナギドリが特定の種類の破片を積極的に選択するかを判断するために、摂取したごみを海上でネット採取したサンプルと比較した結果、有意な違いが見られ、鳥が硬いプラスチック、ゴム、風船を選択したことが示された (Acampora et al., 2014²⁴)。
- ・海鳥全般について、胃内容物中には消化を促すための異物(石や木片など)が見られることから、積極的に硬いものを取り入れていると考えられる (山下ら, 2016²⁵)。
- ・アホウドリ類やミズナギドリ類は海面付近で魚類、いか類、甲殻類などの餌を食べる表層採食者(surface feeder)であり、空中からの餌の探索は主に視覚・嗅覚に頼っている (Nevitt, 2000²⁶)。はえ縄の餌を青く着色することで、海鳥が空中から餌を見つけにくくし、海鳥の餌取り行動を抑制すると、偶発的捕獲率を 10 分の 1 あるいはそれよりも低くできることが洋上調査で確認された (井上と越智, 2019²⁷)。

- ・海鳥は淡い色のプラスチック片の摂取が少なく、暗い色のプラスチック片を多く摂取していた。また、体のサイズ(体重)が小さい種は大きい種よりもプラスチック摂取の発生率が高く、プラスチック片の色との関連は見られなかった。摂取されたプラスチックのサイズは、体のサイズ、摂餌方法、排泄頻度、体内のプラスチック種の割合に関連していた。この調査は南半球に生息する 60 種の海鳥種のうち 36 種について、サンプリング手法によるバイアスを考慮して行われた(Ryan, 1987²⁸)。

(爬虫類)

- ・ウミガメの腸内に 14 個のプラスチックが入っていると、死亡率が 50%になる。オーストラリアで保護された後に死亡した 246 頭のウミガメの剖検結果と、オーストラリアの全国座礁データベースから抽出された 706 頭のデータセットを使用し、ウミガメが摂取したプラスチックの量と死亡の関係を調査した。プラスチック摂取と関係のない原因で死亡したウミガメを対照群として扱い、AIC とモンテカルロ法を用いて統計解析を行ったところ、ウミガメの腸内に 14 個のプラスチックが入っていると、死亡率が 50%になると判明した(Wilcox et al., 2018³⁰)。
- ・ウミガメはプラスチックごみ等の摂餌により、消化効率が低下し、特に若い個体の成長に深刻な影響をもたらすと考えられる(McCauley and Bjorndal, 1999³¹)。取込まれた漂流ごみは、その大きさや種類にもよるが、多くの場合消化器官を通して排泄されるものと考えられている(Katsanevakis, 2008³²)。しかし、プラスチック製の袋は消化経路を塞ぐことがあり、これらが直接的な死因となった例も報告されている(Greenpeace, 2006³³; Bjorndal et al., 1994³⁴)。また、誤食による長期的な影響として、栄養不足(Nutrient / Dietary dilution)が考えられる。栄養不足によって体の成長が阻害されたり、最終的に死に至ったりする場合があるため、種全体へ影響が及ぶ可能性も否定できない(McCauley and Bjorndal, 1999³¹)。
- ・アオウミガメ(Chelonia mydas mydas)はアカウミガメ(Caretta caretta)よりも人為由来のごみを多く摂取していた。カメは漂流している破片を餌と間違えて摂取することがあるが、特にアオウミガメは雑食性であるため、人為由来のごみをより多く摂取していた。自然条件下でカメが人為由来のごみに対してどのように反応するかを調査するために、糞と腸内の調査に加え、アカウミガメとアオウミガメに動物用ビデオカメラを設置したモニタリングが 2007 年から 2015 年にかけて行われた。その結果、アカウミガメから収集された糞便及び腸内容物における人為由来のごみの存在頻度は、それぞれ 35.7%(10 個体/28 個体)及び 84.6%(11 個体/13 個体)であった。一方、アオウミガメでは調査対象の全ての個体から人為由来のごみが確認され、糞便中(25 個体/25 個体)及び腸内容物(10 個体/10 個体)であった。ごみの量についても、アオウミガメ(糞; 15.8 ± 33.4 g、腸; 39.8 ±

51.2 g)はアカウミガメ(1.6 ± 3.7 g、腸; 9.7 ± 15.0 g)より多くの破片を摂取していることが明らかとなった。ビデオ記録(アカウミガメ 10 頭とアオウミガメ 6 頭からそれぞれ 60 時間と 52.5 時間)では、カメは 46 個の人為由来のごみに遭遇し、それらのうち 23 個を摂取する様子が確認された。アオウミガメ(61.8%)の人為由来のごみの遭遇摂取率(遭遇したごみを誤食する確率)は、アカウミガメ(16.7%)よりも有意に高かった(Fukuoka et al., 2016³⁵)。

- ・ サルデーニャ島(西地中海)のアカウミガメ(*Caretta caretta*)が摂取した海洋ごみの量と組成を評価した結果、消費者由来のプラスチックは試料全体の 13.22%を占めていた。その中でもシート(12.39%)及び破片(9.09%)が最も関連性の高いサブカテゴリーであった。また、摂取された 333 個のごみを色分けした結果、色によっても摂取量に違いが見られた。白色で透明なプラスチックシートが最も代表的なカテゴリーであった。121 個体のうち 17 個体(14.04%)の消化管にごみが存在した。生きている個体($n = 91$ 個体)の糞便中のごみ及び死亡した個体($n = 30$ 個体)の胃腸内容物を分類し、個数をカウントし($n = 33$ 個)、計量した。なお、原著者の観察によると、白色で透明な色のプラスチックごみはサルデーニャ沿岸周辺に浮遊するビニール袋の一般的な色のようにであった(Camedda et al., 2014³⁶)。

(哺乳類)

- ・ クジラ類において、ごみの摂取または絡まりは慢性及び急性の傷害を引き起こし、汚染物質の負荷を増加させ、罹患率と死亡率の増加をもたらす。クジラ類における影響の深刻度に関する知見は、他の類に比べて少ない。Baulch et al. (2014)³⁷ による文献レビューは、これまでに報告されたクジラ類に対する海洋ごみの影響をまとめた。ごみの摂取は 48 種(クジラ類の 56%)で記録されており、一部の個体群では摂取率が 31%であることが分かっている。ごみ摂取による死亡率は座礁した個体の 0~22%であり、ごみは一部の個体群にとって重大な脅威である可能性が示唆された(Baulch and Perry, 2014³⁷)。
- ・ 底生生物を主食とするラブラタカウイルカ(*Pontoporia blainvillei*)の胃内容物試料では、89 試料中 14 試料(15.7%)に海洋ごみが含まれていた。海底近くで摂取活動する種の方が海底に蓄積したごみを摂取する可能性が高くなることが明らかになった。太平洋の同じ地域に生息する沿岸のイルカであるギアナコビトイルカ(*Sotalia guianensis*)の胃内容物試料を比較すると、魚類を主食とするギアナコビトイルカは 77 試料中海洋ごみを含んでいたのは 1 試料(1.3%)であった(di Benedtito and Ramos, 2014³⁸)。

2.1.3. マクロプラスチックごみの絡まりが生物に及ぼす影響の定量化と高感受性種・プラスチック性状

(鳥類)

- ・鳥類の死因の 91.7%は漁具由来であることが推測された。また、絡まりの事例のうちの 85.7%は漁具(釣糸、釣針等)によるものであった。米国のカリフォルニア州における複数の研究機関による野生生物の絡まりや誤食等に関する被害情報を取りまとめた結果、2001～2005 年の 5 年間で 454 件の絡まり事例が確認され、その被害は 31 種の鳥類と 9 種の海産哺乳類に及んだ。最も事例が多かったのは、ウミガラス(*Uria aalge*)とアメリカオオセグロカモメ(*Larus occidentalis*)であった。同調査による取りまとめは陸上で確認された事例であり、海で死亡した個体等は含まれないため、実際にはより多くの被害があると考えられる(Moore et al., 2009⁴⁰)。

- ・カリフォルニア州内の複数の野生生物保護施設において、2001～2006 年の間に発生したカッシュクペリカン(*Pelecanus occidentalis*)、カモメ類(*Larus spp.*)、鰭脚類(カリフォルニアアシカ(*Zalophus californianus*)、キタゾウアザラシ(*Mirounga angustirostris*)、ゼニガタアザラシ(*Phoca vitulina*))における絡まり及び誤食に関する 9,668 件の事例のうち、11.3%である 1,090 件が漁具に関するものであった。被害の最も多かったカッシュクペリカンでは、年別で事例をまとめたうち最大 61.9%が漁具由来(釣糸、釣針等)であった(Dau et al., 2009⁴¹)。

(爬虫類)

- ・カメ類において、絡まりが起きた個体には、潰瘍、壊死性筋炎(筋肉の局所領域の死)、及び 1 つか 2 つの足ひれの切断を伴う皮膚病変があった。1998 年から 2001 年の間にカナリア諸島で 88 頭のアカウミガメ(*Caretta caretta*)、3 頭のアオウミガメ(*Chelonia mydas mydas*)、2 頭のオサガメ(*Dermochelys coriacea*)に絡まりがあった。そのうち、24.73%は遺棄された漁網への絡まりにより死亡した(Orós et al., 2005⁴²)。

- ・WWF による 2004 年のオーストラリア北部の調査では、逸失漁網に絡まった 40 個体のウミガメが報告されており、その内訳は若いタイマイ(*Eretmochelys imbricata*)が 30 個体、ヒメウミガメ(*Lepidochelys olivacea*)5 個体、アオウミガメ(*Chelonia mydas mydas*)2 個体、若いオサガメ(*Dermochelys coriacea*)1 個体、その他同定不可能が 2 個体であった(White, 2006⁴³ ; Katsanevakis, 2008³²)。

(哺乳類)

- ・北東太平洋では、若いキタオットセイ(*Callorhinus ursinus*)の死亡事例のうち 15%が漁網

ごみによるものと推定され、アザラシは年間 3~25 個の漁網ごみに遭遇すると推定されている(Fowler, 1987⁴⁴ cited in Goñi, 1998⁴⁵)。

- ・ 2000 年から 2007 年にかけて、南東アラスカ及びブリティッシュコロンビア北部に生息するトド(*Eumetopias jubatus*)のプラスチックへの絡まり状況を双眼鏡や写真により調査した結果、386 個体で絡まりが確認された。素材が確認できたもののうち 54%が梱包用のヒモ、30%がゴムヒモ、**7%が漁網、7%がロープ、2%が釣糸**による絡まりであった。また、絡まりの部位としては、首(49%)が最も多く、口やヒレ、頭部にも絡まりが確認された。調査地域はサケ漁が盛んであり、サケ漁由来の漁具が多いことから、絡まりの原因となる素材は地域性が見られることが明らかとなった。その他の地域ではトロール網(Fowler 1987⁴⁴; Zavadil et al., 2007⁴⁶)、延縄漁業用の釣糸(Perez, 2006⁴⁷)等による被害が報告されている(Raum-Suryan et al., 2009⁴⁸)。

- ・ ハワイモンクアザラシ(*Monachus schauinslandi*)の主な繁殖地はすべてハワイ諸島北西部にあり、これまでに報告されているアザラシやアシカの中でも最も絡まりによる影響が高い種である。ハワイでは、放棄、紛失、または廃棄した漁具(Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear, ALDFG)の絡まりが、絶滅危惧種のハワイモンクアザラシの死亡原因として知られている。(Donohue et al., 2001⁴⁹)。1988 年から 2014 年の間に 297 匹のモンクアザラシを個別に識別し、そのうち 83 匹(28%) については **ALDFG** の絡み合いであり、その個体のほとんどは 2 歳以下であったと報告されている(Gobush et al., 2017⁵⁰)。

(サンゴ類)

- ・ サンゴがプラスチックと接触すると、病気の可能性は 4%から 89%に増加する。構造的に複雑なサンゴ(テーブル状>枝状>塊状)はプラスチックの影響を受ける可能性が 8 倍高い。アジア太平洋地域の緯度の異なる 4 カ国、8 地域、159 のサンゴ礁における 124,000 の造礁サンゴについて、プラスチック(直径>50 mm)ごみが接触しているサンゴとそうでないサンゴとで病気の有無を比較し、プラスチックが病気を引き起こすリスクを評価した結果、プラスチックごみの有無で平均値に有意差があった。また、主座標分析において両者が異なる座標を示し、プラスチックごみの存在が 6 つの病気(骨格侵食バンド、白化、黒色バンド、成長異常、褐色バンド、黒壊死)と関連付けられた。プラスチックごみとの接触がサンゴの形態(テーブル状、枝状、塊状)に及ぼす影響を確率分布図により評価したところ、サンゴがプラスチックと接触すると、病気の可能性は 4%から 89%に増加する。構造的に複雑なサンゴ(テーブル状と塊状の比較)はプラスチックの影響を受ける可能性が 8 倍高く、そのようなサンゴ礁では関連する生物や重要な漁業資源により大きな影響を及ぼすことが示された(Lamb et al., 2018⁵¹)。

・ビニール袋、漁具、及び繊維ロープが罹患率と死亡率の増加に影響していると指摘されているその他の生物として、ウミヘビ(Udyawer et al., 2013⁵²)、アシカ(Hamer et al., 2013⁵³; Page et al., 2004⁵⁴)、オットセイ(Waluda and Staniland, 2013⁵⁵; Lawson et al., 2015⁵⁶; Cosgrove et al., 2016⁵⁷)、アザラシ(Rebolledo et al., 2013⁵⁸)の報告がある。

表 3-3-20 「令和元年度海洋プラスチックごみに関する既往研究と今後の重点課題（生物・生態系影響と実態）報告書」 引用文献リスト

環境省報告書の引用番号	文献の詳細
1	Kühn, S., Rebolledo, E. L. B., van Franeker J. A.: Deleterious effects of litter on marine life, (Marine Anthropogenic Litter, Bergmann, M., Gutow, L., Klages, M., 468, Springer), pp. 75-116 (2015).
2	Roman, L., Bell, E., Wilcox, C., Hardesty, B. D., Hindell, M.: Ecological drivers of marine debris ingestion in Procellariiform Seabirds, Scientific Reports, 9, 916 (2019a).
3	Ryan, P. G., Moore, C. J., van Franeker, J. A., Moloney, C. L.: Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment, Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences, 364(1526), 1999-2012 (2009).
4	Campani, T., Baini, M., Giannetti, M., Cancelli, F., Mancusi, C., Serena, F., Marsili, L., Casini, S., Fossi, M. C.: Presence of plastic debris in loggerhead turtle stranded along the Tuscany coasts of the Pelagos Sanctuary for Mediterranean Marine, Marine Pollution Bulletin, 74(1), 225-230 (2013).
5	Hoarau, L., Ainley, L., Jean, C., Ciccione, S.: Ingestion and defecation of marine debris by loggerhead sea turtles, Caretta caretta, from by-catches in the South-West Indian Ocean, Marine Pollution Bulletin, 84, 90-96 (2014).
6	Clukey, K. E., Lepczyk, C. A., Balazs, G. H., Work, T. M., Lynch, J. M.: Investigation of plastic debris ingestion by four species of sea turtles collected as bycatch in pelagic Pacific longline fisheries, Marine Pollution Bulletin, 120, 117-125 (2017).
7	Unger, B., Rebolledo, E. L. B., Deaville, R., Gröne, A., IJsseldijk, L. L., Leopold, M. F., Siebert, U., Spitz, J., Wohlsein, P., Herr, H., : Large amounts of marine debris found in sperm whales stranded along the North Sea coast in early 2016, Marine Pollution Bulletin, 112, 134-141 (2016).
8	久保田正: ミズウオの鳴らす警鐘, (プラスチックの海, 佐尾和子ら, 海洋工学研究所出版部), 67-74 (1995).
9	伊藤芳英, 西源二郎, 久保田正: 深海魚ミズウオ <i>Alepisaurus ferox</i> を利用した環境教育, 東海大学博物館研究報告, 7, 1-13 (2005).
10	佐藤顕義, 勝田節子: 静岡県御前崎海岸と茨城県大洗海岸における海岸斃死鳥類 1. 斃死鳥類の状況とテグス等による被害, 東海自然誌(静岡県自然史研究報告), 4, 25-33 (2011).
11	Votier, S. C., Archibald, K., Morgan, G., Morgan, L.: The use of plastic debris as nesting material by a colonial seabird and associated entanglement mortality, Marine Pollution Bulletin, 62, 168-172 (2011).
12	後藤友明: 東日本大震災で岩手県沿岸域に放置された底刺網の状態とゴーストフィッシングの実態, 日本水産学会誌, 78(6), 1187-1189 (2012).
13	Wilcox, C., van Sebille, E., Hardesty, B. D.: Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States America, 112(38), 11899-11904 (2015).

14	IUCN: The IUCN Red List of Threatened Species: Spatial Data Download (2018), https://www.iucnredlist.org/resources/spatial-data-download (2020.02.07 アクセス)
15	BirdLife International: BirdLife Data Zone (2018), http://datazone.birdlife.org/species/requestdis (2020.02.07 アクセス)
16	OBIS (Ocean Biogeographic Information System): Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO (2018), www.iobis.org (2020.02.07 アクセス)
17	Woods, J. S., Rødder, G., Verones, F.: An effect factor approach for quantifying the entanglement impact on marine species of macroplastic debris within life cycle impact assessment, <i>Ecological Indicators</i> , 99, 61-66 (2019).
18	van Franeker, J. A.: Save the North Sea Fulmar-Litter-EcoQO Manua Part 1: Collection and dissection procedures, <i>Alterrapport</i> , 672 (2004).
20	Ryan, P. G., de Bruyn, P. J. N., Bester, M. N.: Regional differences in plastic ingestion among Southern Ocean fur seals and albatrosses, <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 104(1-2), 207-210 (2016).
21	Codina-García, M., Militão, T., Moreno, J., González-Solís, J.: Plastic debris in Mediterranean seabirds, <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 77, 220-226 (2013).
22	Acampora, H., Lyashevskaya, O., van Franeker, J. A., O'Connor, I.: The use of beached bird surveys for marine plastic litter monitoring in Ireland, <i>Marine Environmental Research</i> , 120, 122-129 (2016).
23	Roman, L., Schuyler, Q. A., Hardesty, B. D., Townsend, K. A.: Anthropogenic debris ingestion by avifauna in eastern Australia, <i>PLoS ONE</i> , 11(8), e0158343 (2016).
24	Acampora, H., Schuyler, Q. A., Townsend, K. A., Hardesty, B. D.: Comparing plastic ingestion in juvenile and adult stranded short-tailed shearwaters (<i>Puffinus tenuirostris</i>) in eastern Australia, <i>Marine Pollution Bulletin</i> 78, 63-68 (2014).
25	山下麗, 田中厚資, 高田秀重: 海洋プラスチック汚染: 海洋生態系におけるプラスチックの動態と生物への影響, <i>日本生態学会誌</i> , 66, 51-68 (2016).
26	Nevitt, G.A.: Olfactory foraging by Antarctic Procellariiform seabirds: life at high Reynolds number, <i>Biological Bulletin</i> , 198, 245-253 (2000).
27	井上裕紀子, 越智大介: 海鳥類の偶発的捕獲とその管理(総説), <i>水産庁・国立研究開発法人水産研究・教育機構平成 30 年度国際漁業資源の現況</i> , 45 (2019).
28	Ryan, P. G.: The incidence and characteristics of plastic particles ingested by seabirds, <i>Marine Environmental Research</i> , 23, 175-206 (1987).
30	Wilcox, C., Puckridge, M., Schuyler, Q. A., Townsend, K., Hardesty, B. D.: A quantitative analysis linking sea turtle mortality and plastic debris ingestion, <i>Scientific Reports</i> , 8, 12536 (2018).
31	McCauley, S. J., Bjørndal, K. A.: Conservation implications of dietary dilution from debris ingestion: Sublethal effects in post-hatchling loggerhead sea turtles, <i>Conservation Biology</i> , 13(4), 925-929 (1999).
32	Katsanevakis, S.: Marine debris, a growing problem: sources, distribution, composition, and impacts, (<i>Marine Pollution: New Research</i> , Hofer, T. N., Nova Science Publishers, New York), 53-100 (2008).
33	Greenpeace: Plastic debris in the world's oceans, Amsterdam (2006).
34	Bjørndal, K. A., Bolten, A. B., Lagueux, C. J.: Ingestion of marine debris by juvenile sea turtles in coastal Florida habitats, <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 28(3), 154-158 (1994).
35	Fukuoka, T., Yamane, M., Kinoshita, C., Narazaki, T., Marshall, G. J., Abernathy, K. J., Miyazaki, N., Sato, K.: The feeding habit of sea turtles influences their reaction to artificial marine debris, <i>Scientific Reports</i> , 6, 28015 (2016).
36	Camedda, A., Marra, S., Matiddi, M., Massaro, G., Coppa, S., Perilli, A., Ruiu, A., Briguglio, P., de Lucia, G. A.: Interaction between loggerhead sea turtles (<i>Caretta caretta</i>) and marine litter in Sardinia (Western Mediterranean Sea), <i>Marine Environmental Research</i> , 100, 25-32 (2014).
37	Baulch, S., Perry, C.: Evaluating the impacts of marine debris on cetaceans. <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 80, 210-221 (2014).

38	di Benedetto, A. P. M., Ramos, R. M. A.: Marine debris ingestion by coastal dolphins: What drives differences between sympatric species?, <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 83, 298-301 (2014).
40	Moore, E., Lyday, S., Roletto, J., Litle, K., Parrish, J. K., Nevins, H., Harvey, J., Mortenson, J., Greig, D., Piazza, M., Hermance, A., Lee, D., Adams, D., Allen, S., Kell, S.: Entanglements of marine mammals and seabirds in central California and the north-west coast of the United States 2001-2005, <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 58(7), 1045-1051 (2009).
41	Dau, B. K., Gilardi, K. V., Gulland, F. M., Higgins, A., Holcomb, J. B., Leger, J. S., Ziccardi, M. H.: Fishing gear-related injury in California marine wildlife, <i>Journal of Wildlife Diseases</i> , 45(2), 355-362 (2009).
42	Orós, J., Torrent, A., Calabuig, P., Déniz, S.: Diseases and causes of mortality among sea turtles stranded in the Canary Islands, Spain (1998-2001), <i>Diseases of Aquatic Organisms</i> , 63, 13-24 (2005).
43	White, D.: Marine debris in northern territory waters 2004:WWF Australia, WWF-Australia,Sydney, (2006).
44	Fowler, C. W.: Marine debris and northern fur seals: a case study, <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 18(63), 326-335 (1987).
45	Goñi, R.: Ecosystem effects of marine fisheries: an overview, <i>Ocean and Coastal Management</i> , 40, 37-64 (1998).
46	Zavadil, P. A., Robson, B.W., Lestenkof, A. D., Holser, R., Malavansky, A.: Northern fur seal entanglement studies on the Pribilof Islands in 2006, 56 (2007).
47	Perez, M. A.: Analysis of marine mammal bycatch data from the trawl, longline, and pot groundfish fisheries of Alaska, 1998-2004, defined by geographic area, gear type, and catch target groundfish species., NMFS-AFSC NOAA Technical Memorandum, 167, 194 (2006).
48	Raum-Suryan, K. L., Jemison, L. A., Pitcher, K.W.: Entanglement of Steller sea lions (<i>Eumetopias jubatus</i>) in marine debris: Identifying causes and finding solutions, <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 58, 1487-1495 (2009).
49	Donohue, M. J., Boland, R. C., Sramek, C. M., Antonelis, G. A.: Derelict fishing gear in the Northwestern Hawaiian Islands: Diving surveys and debris removal in 1999 confirm threat to coral reef ecosystems, <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 42(12), 1301-1312 (2001).
50	Gobush, K. S., Wurth, T. A., Henderson, J. R., Becker, B. L., Littnan, C. L.: Prevalence of interactions between Hawaiian monk seals (<i>Nemonachus schauinslandi</i>) and nearshore fisheries in the main Hawaiian Islands, <i>Pacific Conservation Biology</i> , 23(1),25-31 (2017).
51	Lamb, J. B., Willis, B. L., Fiorenza, E. A., Couch, C. S., Howard, R., Rader, D. N., True, J. D., Kelly, L. A., Ahmad, A., Jompa, J., Harvell, C. D.: Plastic waste associated with disease on coral reefs, <i>Science</i> , 359, 460-462 (2018).
52	Udyawer, V., Read, M. A., Hamann, M., Simpfendorfer, C. A., Heupel, M. R.: First record of sea snake (<i>Hydrophis elegans</i> , <i>Hydrophiinae</i>) entrapped in marine debris, <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 73(1), 336-338 (2013).
53	Hamer, D. J., Goldsworthy, S. D., Costa, D. P., Fowler, S. L., Page, B., Sumner, M. D.: The endangered Australian sea lion extensively overlaps with and regularly becomes by-catch in demersal shark gill-nets in South Australian shelf waters, <i>Biological Conservation</i> , 157, 386-400 (2013).
54	Page, B., Mc-Kenzie, J., McIntosh, R., Baylis, A., Morrissey, A., Calvert, N., Haase, T., Berris, M., Dowie, D., Shaughnessy, P. D., Goldsworthy, S. D.: Entanglement of Australian sea lions and New Zealand fur seals in lost fishing gear and other marine debris before and after Government and industry attempts to reduce problem, <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 49(1-2), 33-42 (2004).
55	Waluda, C. M., Staniland, I. J.: Entanglement of Antarctic fur seals at Bird Island, South Georgia, <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 74(1), 244-252 (2013).

(2) 諸外国の漁具管理に関する動向分析

船舶からの漁具などのプラスチックごみの海洋投棄は、マルポール条約附属書 V 第 3 規則により禁止されている。一方で、国際的に漁具の流出が課題となっており、漁具流出防止に対する関心が高まっている。国際海事機関(IMO)は、持続可能な開発目標(SDGs)の第 14 目標(海の豊かさを守ろう)の達成の一環として、船舶起因の海洋プラスチックごみに関する「行動計画 (ACTION PLAN TO ADDRESS MARINE PLASTIC LITTER FROM SHIPS³⁾)」(第 73 回海洋環境保護委員会; MEPC 73) 及び「戦略 (STRATEGY TO ADDRESS MARINE PLASTIC LITTER FROM SHIPS⁴⁾)」(MEPC 77) を採択している。MEPC 78 においては、流出した漁具による海洋プラスチックごみを防止するため、MARPOL 条約附属書 V 及び関連指針を改正して、漁具マーキングを義務化することが決定された。また、その義務化までの間、任意のマーキング及び国連食糧農業機関(FAO)の「漁具マーキングのための自主的ガイドライン (Voluntary Guidelines on the Marking of Fishing Gear⁵⁾)」の実行を促進することも決定された。なお、ヨーロッパでは国際海洋探査委員会 (ICES) が海洋ごみに関するモニタリングや評価、研究を行っており、海洋ごみのモニタリング結果に関するデータベースの整備など行っている。このような国際機関による漁具管理強化の背景のもと、各国の動向を調査した結果を以下に示す。

① 諸外国における漁具流出防止に向けた制度の把握

1) 漁具マーキング

EU、英国、ノルウェー、米国、カナダ、バヌアツを対象とし、各国の漁具マーキングの規定を整理した。表 3-3-2 1 に各国の規制の有無に関する一覧表を示す。

表 3-3-2 1 調査対象国の漁具マーキングに関する規制状況

	EU	英国	ノルウェー	米国	カナダ	バヌアツ
漁具マーキング	○	○	○	○	○	△ (FADのみ)
マーキングに関する規定						
ラベル付け	○	○	○	○	×	○
ロープの色分け	×	×	×	○	○	×
その他の規定 (ブイの色、ライト等)	○	○	○	×	×	○

³⁾ <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/MediaCentre/HotTopics/Documents/IMO%20marine%20litter%20action%20plan%20MEPC%2073-19-Add-1.pdf>

⁴⁾ <https://www.register-iri.com/wp-content/uploads/MEPC.34177.pdf>

⁵⁾ <https://www.fao.org/3/ca3546t/ca3546t.pdf>

以下に、各国の漁具マーキングに関する規制の経緯及び概要を整理した。

i. EU^{6),7)}

【経緯】

欧州委員会規則 (EC) No.1224/2009 において、「漁船の船長は、漁船及び漁具の標識及び識別に関する条件又は制限を尊重しなければならない。」旨が規定され、漁具マーキングが義務化された。2011 年 4 月に欧州委員会施行規則(EU) No 404/2011 において、具体的なマーキング方法が規定された (2020 年の改正が最新版)。

【概要】

■ 一般原則

漁船に搭載しているすべての製品及び FAD には、登録文字及び漁船番号を記載しなければならない。

受動的漁具 (刺し網、はえ縄、定置網など漁具を固定する方法で漁獲する漁具) 及びビームトロールについて、EU 領海内においてはラベルの添付を、領海外で操業する場合には、ブイとコードへのマーキングを行うことが求められる。マーキングのない受動的漁具、ブイ、ビームトロールを用いた漁業活動は禁止される。

■ 漁具マーキングの方法

a. ラベルの添付のルール

- ビームトロールの各ビームにその漁船の登録文字と番号を表示しなければならない。
- 受動的漁具 (刺し網、はえ縄、定置網など漁具を固定する方法で漁獲する漁具) は、次に従って登録されている文字と番号で表示すること。
 - (a) 刺し網(net) : 上段 1 列目にラベルを付ける
 - (b) はえ縄 (long lines) : 係留ブイとの接続点にラベルを付ける
 - (c) 固定式漁具(pots and traps) : ロープにラベルを付ける
 - (d) 1 マイル以上の漁具 : 1 マイルを越えない範囲で(a)~(c)のマークを付する。
- ラベルは、耐久性のある素材で、漁具にしっかりと取り付けられ、少なくとも幅 65mm×長さ 75mm であること。

⁶⁾ COUNCIL REGULATION (EC) No 1224/2009 of 20 November 2009 (<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2009/1224/oj>)

⁷⁾ COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) No 404/2011 of 8 April 2011 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02011R0404-20200714>)

- ラベルは取り外し、消去、変更、カバー、判読不能、隠蔽してはならない。

b. ブイのルール

附属書IVに従って、東西2つのエンドマーカージブイと中間マーカージブイに装備を行い、漁具に装着しなければならない。ブイには、はっきりと見えるように、表面とは対照的な色で、登録名と番号を表示しなければならない。文字と番号は消去、変更、識別できないようにしてはならない。

エンドマーカージブイについては、以下の要件が示されている。

- 漁具の最終ブイに設置する
- 旗竿は最低 1m 以上とする
- 赤と緑色以外の色で塗装する
- 1つまたは2つの長方形の旗を付ける
 - 1つのブイに2つの旗がある場合には、20cm 以上の距離をとり、同じ漁具の端を示す旗は白以外の色で、同じサイズでなければならない
- 1つ又は2つの黄色のライトを付ける
 - 5秒間隔で点滅し、2マイル以上の距離で見えるものとする
- ブイの上部に、赤、緑以外の、幅 6cm 以上の1本または2本のストライプの発行バンドが付いた上部マーキングを設けることができる

エンドマーカージブイを漁具に接続する際には、ブイに以下のものを付ける必要がある。ラベルには、登録名及び番号を表示しなければならない。

- 西部：2つの旗、2つのストライプの発光バンド、2つのライトとラベル
- 東部：1つの旗、1つのストライプの発光バンド、1つのライトとラベル

5マイル以上の長さの漁具を使用する場合には、中間マーカージブイにマーキングする必要がある。中間マーカージブイの要件は以下である。

- 1つの黄色のライトを付ける
 - 5秒間隔で点滅し、2マイル以上の距離で見えるものとする
- 1つの白色の旗を付ける（その他はエンドマーカージブイと同じ特徴）

バルト海においては、1マイル以内に中間マーカージブイを以下のように設置する必要がある。

- 1つの白色の旗を付ける（その他はエンドマーカージブイと同じ特徴）
- 5つのマーカージブイごとに、2マイル以上の距離で識別できるレーダー反射板を付けなければならない

c. ロープのルール

ブイと漁具を接続するロープは、水中で使用可能な材料で低重量のものであり、漁具

の端に固定すること。

d. ログブックへの記録

漁具のタイプ、編目のサイズ、附属書XIのコラム 2 に基づく漁具のサイズと数（任意）、日付、附属書XIのコラム 3 に従って漁具の投入回数（必須）の記録を記録すること。

ii. 英国⁸⁾

【経緯】

2009 年 11 月に欧州委員会規則（EC）No.1224/2009 において漁具マーキングが義務化され、2011 年 4 月に欧州委員会施行規則(EU) No 404/2011 によって漁具マーキングの方法が示された。これを受け、2016 年にガイダンス「Marking of fishing gear, retrieval and notification of lost gear」において、具体的なマーキング方法が示された。

【概要】

■ 一般原則

受動的漁具やビームトロールを使って漁をしている英国漁船の船長は、漁具を識別できるように印をつけなければならない。使用する漁具の種類や、領海内か領海外か（12 海里制限）により、漁具にどのように印をつけるかが異なる。

すべての種類の漁具について、漁具を紛失した場合は、それを回収するよう努めなければならない。回収が不可能な場合は、英国漁業当局に届け出る必要がある。

■ 漁具マーキングの方法

a. 漁具マーキングの区分

受動的漁具やビームトロールには、自船のポート文字及び番号（PLN）をマーキングしなければならない。これは、使用中の漁具と船に積んでいる漁具に適用される。マーキング要件を表 3-3-2 2 に示す。

表 3-3-2 2 漁具マーキングの要件

漁具	マーキング	0~6 海里	6~12 海里	12~200 海里
ビームトロール	PLN	要	要	要
受動的漁具	ラベル	要	要	要

⁸⁾ Guidance Marking of fishing gear, retrieval and notification of lost gear 24 June 2016
(<https://www.gov.uk/guidance/markings-of-fishing-gear-retrieval-and-notification-of-lost-gear>)

受動的漁具	マーカープイ	推奨	推奨	要
受動的漁具	IFCA※	要	—	—

漁具マーキングに関しては、図 3-3-1 のように区分されている。

図 3-3-1 漁具マーキングのエリア区分

b. ラベルの添付のルール

- サイズ 75mm×65mm 以上
- 耐久性のある素材

- ・ 漁具にしっかりと固定され、取り外しができないもの

ラベルは以下の位置に付けなくてはならない。

- ・ 網 (nets) : 上段 1 列目にラベルを付ける
- ・ 釣り及びはえ縄 (lines and longlines) : 係留ブイとの接続点にラベルを付ける
- ・ つぼ及びかご (pots and traps) : ロープにラベルを付ける
- ・ マーカーブイ (marker buoys) (必要な場合) : 旗竿にラベルを付ける

ラベルを変更したり、隠したり、消したり、判読できないようにしたりしてはならない。

漁具が 1 海里以上離れている場合、少なくとも 1 海里ごとに一定の間隔でラベルを貼らなければならない。

c. ブイのルール

マーカーブイの要件は以下の表 3-3-2 3 及び図 3-3-2 のように示されている。

表 3-3-2 3 マーカーブイの要件

ブイの要件	西部セクターエンド マーカーブイ	東部セクターエンド マーカーブイ	中間マーカーブイ
旗竿の高さ	1m 以上	1m 以上	1m 以上
ブイの色	色付き (赤・緑を除く)	色付き (赤・緑を除く)	色付き (赤・緑を除く)
旗	2 つ (白を除く) 20cm 間隔	1 つ (白を除く)	1 つ (白)
ライト	2 つ F1 Y 5S (黄色、5 秒 に 1 回点滅)	1 つ F1 Y 5S	1 つ F1 Y 5S
発光バンド	2 つ	1 つ	1 つ
ラベル	1 つ 旗竿に取付け	1 つ 旗竿に取付け	1 つ 旗竿に取付け
トップサイン/ リフレクター	オプション	オプション	オプション
設置位置・頻度	漁具の最遠端	漁具の最遠端	5nm を超える漁 具の場合：少なく とも 5nm ごと

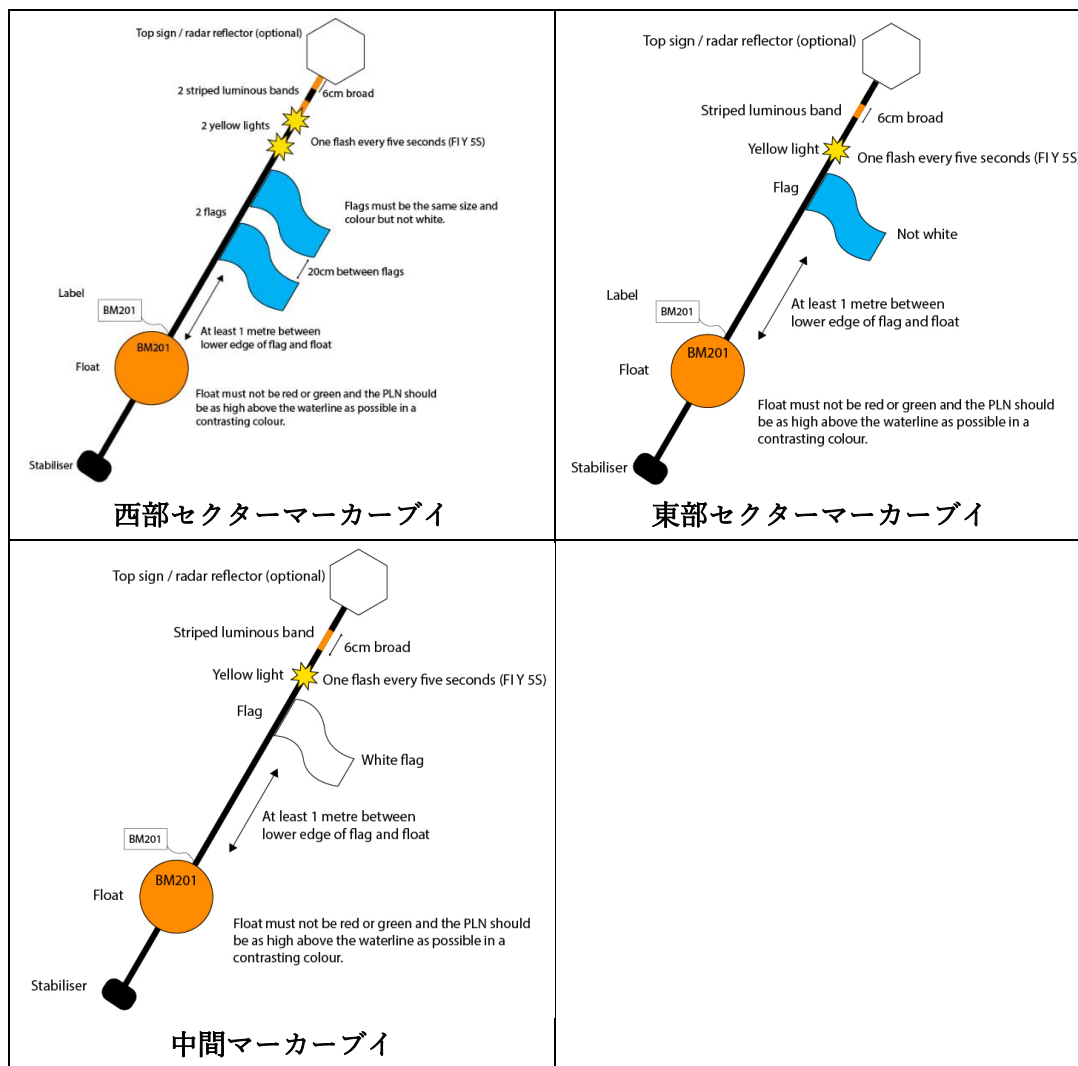


図 3-3-2 マーカーブイの要件

iii. ノルウェー⁹⁾

【経緯】

1989 年に「漁具の表示に関する規則」を制定。数十年にわたり改正が繰り返され、漁具のマーキングに関する一般的な要件を設けられている。その詳細な要件は、漁具の技術や使用の変化に適応するために改正されてきた。それゆえ、2021 年 12 月 23 日付規則第 3910 号（海洋生物資源の漁獲、捕獲及び収穫に関する規則）第 XV 章「漁具マーキング」の最新の改正では、遊漁におけるつばやかごの紛失の増加に対処するための要件が導入された。

⁹⁾ Regulation No. 3910 on fishing, catching and harvesting of wild marine resources (the harvesting regulation) (<https://faolex.fao.org/docs/pdf/nor215675.pdf>)

【概要】

■ 漁具マーキングの方法

a. 浮き／ブイのマーキング要件

浮き／ブイには、以下の項目を明記しなければならない。複数の浮き／ブイを使用する場合、それぞれにマーキングしなければならない。

- 船舶の登録番号
- 船舶が登録の対象でない場合、所有者の氏名及び住所

漁獲物を囲うために使用されるかごや網には、少なくとも2つの浮きで、同様にマーキングしなければならない。

ズワイガニをかごで捕獲する場合、かごラインの両端のかごには、船舶の登録番号を表示しなければならない。マーキングは、マークされた浮き輪をカニかごに取り付けることによって行われ、ブイを使用する必要はない。

b. 遊漁に使用されるつぼ・かごのマーキング要件

海中に投入されたつぼ及びかごには、所有者の名前及び住所を明記しなければならない。複数の器具が連結されている場合、マーキングの要件は連結されている器具のすべてに適用される。

遊漁中に捕獲された貝類を保管するために使用される、海中のかごや網にも同様のマーキングがなされなければならない。

マーキングは、一定時間後に水面に浮上するかごの部分（浮き袋）には行ってはならない。

本規定におけるつぼ及びかごのマーキング要件は、浮き／ブイのマーキング要件に加えて適用される。

c. 基線外における特別なマーキング要件

基線から4海里より外側の領海又はノルウェーの経済水域にある刺し網及びはえ縄には、以下の表3-3-24のようにマーキングしなければならない。

表 3-3-24 基線外におけるブイのマーキング方法

	西端	東端
日中	レーダー反射板又は旗を取り付けた旗竿付きブイを設置 • 2本の旗（1本をもう1本の旗の上に立てる） • 旗の間隔は25cm以上 • 旗の代わりにレーダー反射板を	レーダー反射板又は旗を取り付けた旗竿付きブイを設置 • 1本の旗 • 旗の代わりにレーダー反射板を使用してもよい

	使用してもよい	
日没後	光反射材で覆われたブイ及びライトを装備した旗竿を設置 • 2つのライト • ライトの間隔は 50cm 以上	光反射材で覆われたブイ及びライトを装備した旗竿を設置 • 1つのライト

- 以下の場合、マーキングブイの間に中間ブイを設置しなければならない（東端のブイの規定と同様）。ただし、日没後、ライトから漁具までの距離が 2 海里を超えない限り、ライトを装備する必要はない。
 - 固定漁具のマーキングブイ間の距離：1 海里以上
 - 漂流漁具のマーキングブイ間の距離：2 海里以上
- 長さが 1 海里を超える流し網には、マーキングブイの間に、視認性の高い光を反射する色の浮きを 1 個以上取り付けなければならない。
- 海底の性質や潮流の強さにより、漁具の両端にマーキングブイを取り付けることが不可能な場合、端のブイから測った漁具の全長は、1 海里を超えてはならない。
- 漂流漁具が漁船に取り付けられている場合、漁具の端にマーキングブイは必要ない。
- マーキングブイの旗竿は、喫水線から少なくとも 2m の高さまで上げなければならない。ブイ、旗竿またはトップマーキングは、光があらゆる方向に反射するように、光反射材を備えなければならない。
- マーキングブイの旗竿のライトは黄色とし、良好な視界及び暗闇の中で、少なくとも 2 海里の距離で視認できるものとする。ライトは、定常でも点滅でもよい。同じブイに定常灯と点滅灯の両方を使用することは許されない。点滅灯は、1 分間に 20～25 回点滅しなければならない。同じ標識ブイに 2 つの点滅灯を使用する場合は、同じ速度で点滅するように同期させなければならない。

■ 国家戦略での取り扱い

ノルウェー国家戦略『海洋ごみに対する水産総局の行動計画』では、漁具マーキングについて、以下のように示されている。

- 漁業と遊漁者が使う漁具にはマーキングが求められているが、そのほとんどが手作業によるマーキングであることから、電子ソリューション、いわゆる電子 ID 活用の可能性について検討する。2023 年までに耐久性テスト等の実装可能性を検証する。

iv. 米国¹⁰⁾

【経緯】

商業刺し網、つば／かご漁業における大型鯨類の 3 つの戦略的系群（北大西洋セミクジラ、ザトウクジラ、ナガスクジラ）の重傷及び死亡のレベルを減らすため、1997 年に大西洋大型鯨類捕獲削減計画が作成。この計画に漁具マーキングが含まれる。連邦規則集（§ 229.32 大西洋大型鯨類捕獲削減計画規則）の計画全文を参照。

【概要】

■ 一般原則

指定された区域にある指定されたすべての漁具には、指定されたカラーコードを表示しなければならない。その色は、指定されたロープ上又はロープに沿って、恒久的に表示されなければならない。それぞれの色のマーキングは、ロープの色がそれぞれのカラーコードと同じか類似している場合も含め、漁具が水中から揚げられたり、取り出されたりしたときにははっきりと見えるものでなければならない。

■ 漁具マーキングの方法

a. 表層ブイ（Surface Buoy）のマーキング

関連する船舶又は漁業の識別をするために、次のいずれかを含むマーキングをしなければならない。

- ・所有者の船舶登録番号及び/又は米国船籍番号
- ・連邦商業漁業許可番号
- ・船舶の母港国が要求するあらゆる識別表示

州または連邦政府の規制でマーキングがまだ義務付けられていない場合、漁具にマーキングする文字と数字は以下の要件を満たしていなければならない。

- ・少なくとも高さ 1 インチ (2.5cm) 以上
- ・ブロック文字またはアラビア文字
- ・ブイの色と対照的な色であること



¹⁰⁾ Atlantic Large Whale Take Reduction Plan (<https://www.ecfr.gov/current/title-50/chapter-II/subchapter-C/part-229/subpart-C>)

b. ロープ (Buoy Line) のマーキング

12 インチ (30.48cm) のカラーマークが 3 つ。

- ・ブイラインの上部に 1 つ
- ・ブイラインの中間に 1 つ
- ・ブイラインの下側に 1 つ

マークが 2 色で構成されている場合、各色のマークは 6 インチ、合計で 12 インチとする。

各カラーコードは、ライン上またはラインに沿って恒久的に貼付されなければならない。漁具を引いたり水から出したときに各カラーコードがはっきりと見えるものでなければならない。



なお、上記の規定に加え、2022 年に北東部の連邦水域及び州水域におけるロブスターとジョナクラブのつぼ／かご漁具の漁具マーキング要件が追加された。このマーキング方法については、カラーコードと合わせ e、f に図を示す。

■ 漁具マーキングの配色

c. つば／かご漁具マーキング要件¹¹⁾

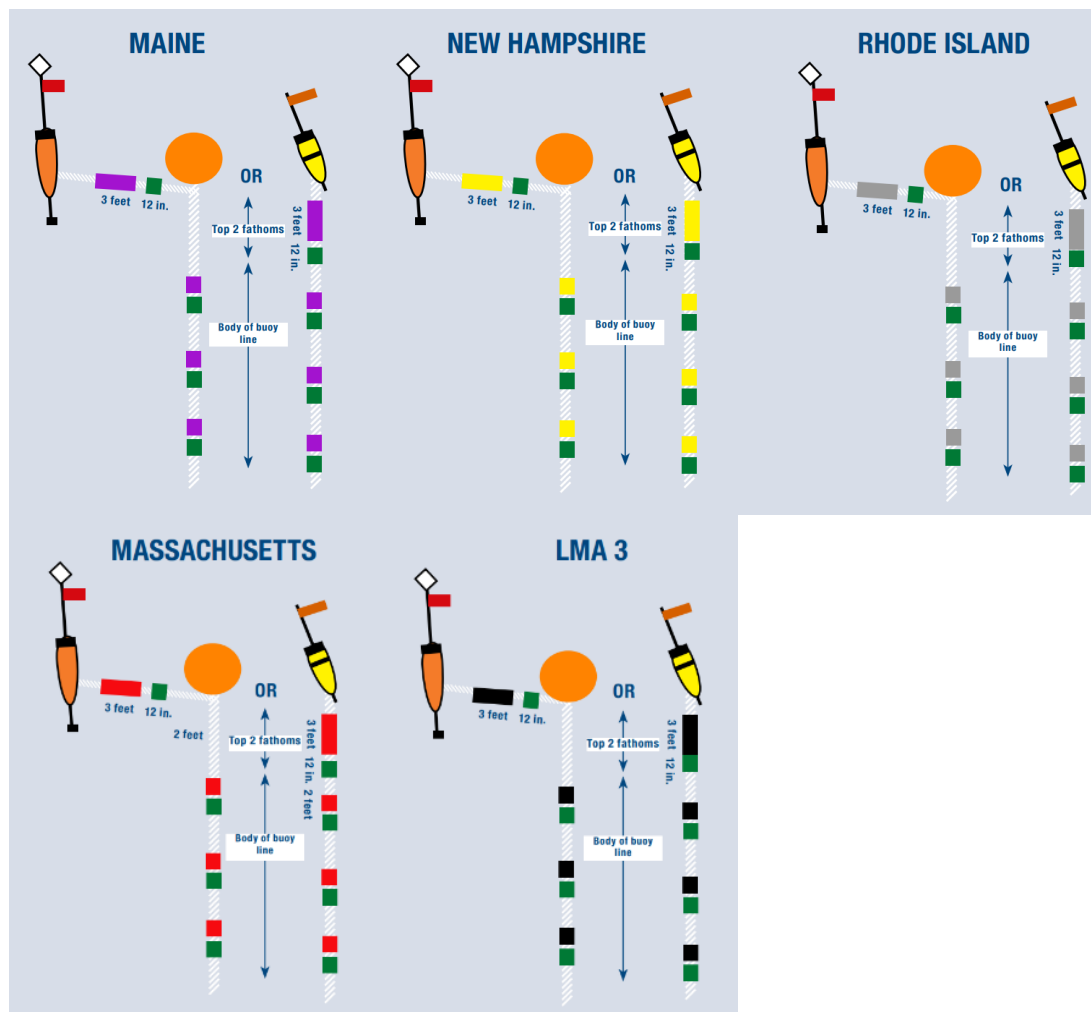
Gear Marking Color	Applicable Trap/Pot Management Area
RED	• Massachusetts Restricted Area • Northern Nearshore Trap/Pot Waters • Northern Inshore State Trap/Pot Waters • Stellwagen Bank Jeffreys Ledge Restricted Area • Great South Channel Restricted Area overlapping Lobster Management Area (LMA) 2 and/or the Outer Cape (OC) LMA
RED & BLUE	• Exempt RI state waters
RED & WHITE	• Exempt MA state waters in LMA 1
RED & BLACK	• Exempt MA state waters in LMA 2
RED & YELLOW	• Exempt MA state waters Outer Cape
RED & ORANGE	• Isle of Shoals, Maine
RED & PURPLE	• Jordan Basin (Trap/Pot) overlapping LMA 1
RED & BLACK	• Jordan Basin (Trap/Pot) overlapping Offshore Trap/Pot Waters
ORANGE	• Southern Nearshore Trap/Pot Waters.
BLACK	• Offshore Trap/Pot Waters; Great South Channel Restricted Area overlapping with the LMA 2/3 Overlap and/or LMA 3
BLUE & ORANGE	• Southeast Restricted Area North (state waters)
GREEN & ORANGE	• Southeast Restricted Area North (Federal waters)

¹¹⁾ Atlantic Large Whale Take Reduction Plan Supplements (https://media.fisheries.noaa.gov/dam-migration/all_supplements_2018_alwtrp.pdf)

d. 刺し網漁具マーキング要件 ¹¹⁾

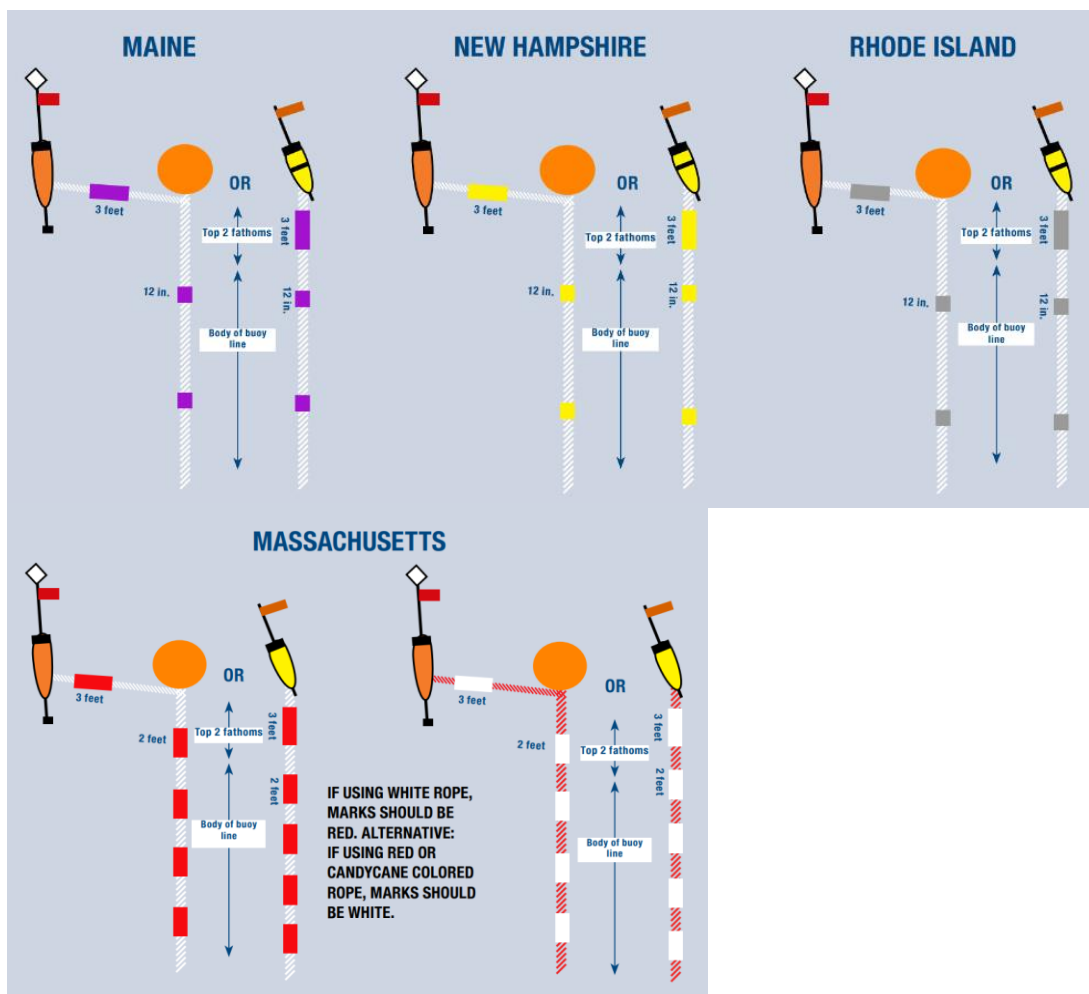
Gear Marking Color	Applicable Gillnet Management Area
RED & GREEN	• Jeffrey Ledge (Trap/Pot)
GREEN & BLACK	• Jeffrey Ledge (Gillnet)
GREEN & YELLOW	• Jordan Basin (Gillnet)
BLUE & ORANGE	• Southeast Restricted Area North (state waters)
GREEN & ORANGE	• Southeast Restricted Area North (Federal waters)
GREEN	• Cape Cod Bay Restricted Area • Great South Channel Restricted Gillnet Area • Great South Channel Sliver Restricted Gillnet Area • Stellwagen Bank/Jeffreys Ledge Restricted Area • Other Northeast Gillnet Waters (Northeast & Mid-Atlantic)
BLUE	• Mid/South Atlantic Gillnet Waters
YELLOW	<u>Excluding Shark Gillnet:</u> • Southeast US Restricted Area South* • Other Southeast Gillnet Waters*
GREEN & BLUE	<u>Shark Gillnet (with webbing of 5" or greater)</u> • Southeast US Monitoring Area* • Southeast US Restricted Area South* • Other Southeast Gillnet Waters*

e. 連邦水域のロブスターとジョナクラブの漁具マーキング要件¹²⁾



¹²⁾ NORTHEAST LOBSTER AND JONAH CRAB GEAR MARKING REQUIREMENTS
https://media.fisheries.noaa.gov/2022-03/Gear%20Marking%20Requirements%20March%202022_508.pdf

f. 州水域のロブスターとジョナクラブの漁具マーキング要件¹²⁾



v. カナダ¹³⁾

【経緯】

2020 年にすべての固定漁具漁業に対して漁具マーキングを段階的に義務化することを発表（米国より、カナダの漁具規制の緩さが海産ほ乳類への漁具の絡まりを生み出しているとの批判を受けたことが背景にある）。

カナダと米国の漁具マークを区別するために、カナダの方式では、色の組み合わせやロープにカラーマークを付ける方法が異なっている。

【概要】

■ 一般原則

漁具マーキングの義務化は、カナダの様々な漁業、地域、小地域で漁具を正しく識別するために使用しなければならない特定の色で構成されている。これにより、漁具の紛失や海棲哺乳類の漁具への絡まりに対処するカナダの取り組みを支援し、海棲哺乳類の漁具への絡まりに関与した米国とカナダの漁具を区別することができる。

漁具のマーキング要件は、漁具をブイや漁業で使用されるその他の浮体装置に取り付けるために使用されるすべてのロープに義務付けられている。

■ 漁具マーキングの方法

漁具マーキングには、以下の 2 つの方法がある。

a. 既存のロープに色付きのひもを交差させる方法

既存のロープに異なる色のひもを交差させる漁具マーキングは、以下のように実施されなければならない。

- 1 色目は、特定の地域を識別するためのもので、2 色目と同じ区間に配置される。
- 2 色目は、対象魚種を識別するためのもので、1 色目と同じ区間に配置される。
- ロブスター漁業とズワイガニ漁業の場合のみ、異なる漁場を示す 3 色目が交互に配置されなければならない。3 色目は、最初の 2 色を含む区間の直前または直後に交互に配置し、1 色目と 2 色目が含まれる同じ区間内にあるとはならない。
- 色付きのひもは、それぞれ長さ 15cm 以上とす



地域、魚種を示したマーキング



地域、魚種、漁場を示した
マーキング

¹³⁾ GEAR MARKING EASTERN CANADA for non-tended fixed gear fisheries, crab trap fisheries and lobster trap fisheries MANDATORY COLOUR SCHEME (Updated on August 14, 2020) (<https://www.dfo-mpo.gc.ca/fisheries-peches/commercial-commercial/doc/colour-notice-avis-couleur-eng.pdf>)

る。

マーキングしたひもは、最低限、以下の場所に取り付ける必要がある。

- ロープ（縦ライン）の上部、中間、下部の最低3か所
 - 上部マーキング
 - ✧ ブイから2m以内
 - 中間マーキング
 - ✧ 30mより短いロープを使用する場合
 - － ブイから3m以上、漁具から3m以上離れていること
 - ✧ 30m以上のロープを使用する場合
 - － ブイから12m以上、漁具から12m以上離れていること
 - 下部マーキング
 - ✧ 漁具から2m以内
- 一部の漁場では、ロープの長さ全体を通して27.4メートルごと
 - ロープ上に最低3つのマーキングが分散していなければならない

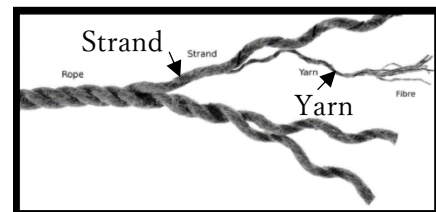
b. ロープの全長にわたって色糸を編み込む方法

色糸（Yarn）が編み込まれたロープの使用は、以下の特定の要件に準拠する必要がある。

- 地域と魚種を表す色糸は、対応する色の組み合わせを反映させるために、ロープの同じストランド(Strand)内で交差させなければならない
- 漁場の色が適用される場合、漁場を表す色糸は、地域及び魚種のストランドとは異なるストランドに編み込まれなければならない
- ロープの色は色糸と対照的でなければならない
- ロープに色を追加してはならない



色糸が編み込まれたロープ



ロープの構成要素

■ 漁具マーキングの配色

c. 地域、魚種を表すマーキングの必須配色

	GLF - blue		MAR - black		NL - red	
Toad crab	X	purple ⁴			X	purple
Rock crab	X	blue*	X	blue	X	blue
Lobster	X	yellow	X	yellow	X	yellow
Whelk	X	white	X	white	X	white
Snow crab	X	orange	X	orange	X	orange
Gillnet - small pelagic	X	grey	X	grey	X	grey
Gillnet - groundfish	X	brown	X	brown	X	brown
Longline	X	pink	X	pink	X	pink
Squid - trap					X	green
Cod - trap/pot					X	red*
Small pelagic - trap					X	yellow / black pattern ²
Shrimp trap			X	green		
Hagfish			X	black*		
Red crab			X	red		
Jonah crab			X	purple		
LFA 41			X	Red/white pattern ²		
Scientific licences ³	X	black / white pattern ²	X	black / white pattern ²	X	black / white pattern ²

	QC - green		Multi-region fishery ¹	
Toad crab	X	purple ⁴		
Rock crab	X	blue		
Lobster	X	yellow		
Whelk	X	white		
Snow crab	X	orange	X	orange
Gillnet - small pelagic	X	grey		
Gillnet - groundfish	X	brown		
Longline	X	pink		
Squid - trap				
Cod - trap/pot				
Small pelagic - trap				
Shrimp trap				
Hagfish				
Red crab				
Jonah crab				
LFA 41				
Scientific licences ³	X	black / white pattern ²		

- d. 地域、魚種、漁場を表すマーキングの必須配色
 ロブスター、ズワイガニ、その他該当する場合は、漁場の配色も規定されている。
 以下に Gulf Region における各漁場の配色の例を示す。

GULF REGION

Lobster fishing area colours

23		24		25		26A		26B		Multiple areas	
blue	red	blue	green	blue	none	blue	white	blue	black	blue	yellow
yellow		yellow		yellow		yellow		yellow		yellow	

Snow Crab fishing area colours

12		12E		12F		19		Multiple areas	
yellow	none	yellow	yellow	yellow	blue	blue	green	blue	yellow
orange		orange		orange		orange		orange	

Toad crab fishing area colour

24	
blue	white
orange	

【経緯】

2009 年に改正された漁業規則において、集魚装置のマーキングが義務付けられており、集魚装置の規制に関しては管理計画も策定されている。2014 年に改正された漁業法においては、漁業の国際認可に適用される条件として漁具のマーキングが示された。

【概要】

■ 漁具マーキング

バヌアツ海域を越えたバヌアツ船による漁業の国際認可に適用される条件のひとつとして、漁具のマーキングに関して、国際的な保全及び管理措置を実施するために必要かつ適切な措置を導入することができる、としている。

■ 集魚装置 (FAD) のマーキング

a. 固定 (anchored) 集魚装置

バヌアツ海域に設置されるすべての固定集魚装置は、以下を行わなければならない。

- レーダー反射板及び夜間に 1 海里の距離からはっきりと視認できるようなライトを装備すること
- 局長が随時要求するその他の装備またはマークを付けること

b. 浮遊 (floating) 集魚装置

すべての浮遊集魚装置は、当該装置を発行する漁船の無線コールサインを明示しなければならない。

c. 漂流 (drifting) 集魚装置

集魚装置には、以下を明確にマーキングする必要がある。

- 設置した船舶の名称
- 設置日
- FAD 番号

上記の情報は、FAD の存続期間中固定されたままとなるような方法で、以下のよう

- にマーキングされる必要がある。
- 高さ 30cm 以上の文字
 - プレートの色と対照的な色
 - プレートは、FAD 上のはっきりと見える場所に取り付ける

¹⁴⁾ FISHERIES ACT NO.10 OF 2014 (<https://leap.unep.org/en/countries/vu/national-legislation/fisheries-act-no-10-2014>)

¹⁵⁾ FISHERIES REGULATIONS ORDER NO.28 OF 2009 (<https://leap.unep.org/en/countries/vu/national-legislation/fisheries-regulations-order-2009>)

¹⁶⁾ Vanuatu Management Plan for the Regulation of Fish Aggregating Devices (<https://www.wcpfc.int/system/files/Vanuatu-FAD-management-Plan-final.pdf>)

2) 漁具流出の報告

EU、英国、米国、カナダ、ノルウェー、バヌアツを対象とし、各国の漁具流出の報告の規定を整理した。

i. EU

漁業者が漁具を流出した場合には、以下について、当局に 24 時間以内に次の事項を通知しなければならない。

- 漁船の外部識別番号と船名
- 紛失した漁具の種類
- 漁具が失われた時間
- 漁具が失われた位置
- 回収のために行った措置

ただし、領海内で 24 時間以内で操業する漁船については、この要件が免除される。

ii. 英国

漁業者が漁具を流出した場合には、以下について、当局に 24 時間以内に次の事項を通知しなければならない。

- 漁船の PLN と船名
- 紛失した漁具の種類
- 漁具が失われた時間
- 漁具が失われた位置
- 回収のために行った措置

電子航海日誌を使用している場合は、漁業活動日報（FAR）を提出する際に、漁具紛失申告書（GLS）を使って漁具流出を報告することができる。

iii. ノルウェー

海での漁業の実施に関するノルウェーの規則第 17 章は、漁具を紛失した商業漁業者は捜索を行う義務があると規定されている。

捜索が失敗した場合、紛失は、漁具の種類と量及び場所に関する情報とともに、沿岸警備隊または電子ログブックを通じて報告する必要がある。

2021 年に発表された漁業・養殖業からの海洋ごみ削減のための国家行動計画『海洋ごみに対する水産総局の行動計画』では、以下のように示されている。

- 海洋資源法第 23 条と施行規則第 78 条は、漁具を紛失した者は必ずそれを見つけないければならず、見つからなかった場合は、規定に従って紛失を報告しなければならないことを明確にしている。

- 水産局は遊漁者に対して「レジャーフィッシングアプリ（“Fritidsfiskeappen”）」を通じて漁具の紛失報告を求めている。紛失した漁具が見つかった場合は、アプリを通じて紛失した漁具を受け取ることができる。
- 行動計画には紛失報告を容易にするためのソリューションを開発するという目標が明確に設定されている。2021 年には関係者を集めて、紛失報告を容易にする状況、機会、制限について話し合うとしている。2022 年は紛失漁具を報告するための（現在よりも簡単な）ソリューションの開発及び実装をするとしている。現在は漁業者による漁具の紛失に関して、比較的手動に近い形で沿岸警備隊中央局に報告がされている。2022 年 1 月 1 日から ERS システムを通じた漁獲量の追跡と報告が段階的に拡大され、全ての漁船が対象となった。このようなシステムが全ての船舶に整備されれば、漁具の紛失報告も同じシステムを利用することが可能なのではないかと考えられる。

■ 漁具紛失報告システム

漁具報告システムで入力求められる情報（登録から報告まで）は以下の通りである。

- ・ 氏名
- ・ 所有する船に関する情報（船名、漁具）
- ・ 連絡先（電話番号、E-mail アドレス）
- ・ 操業開始位置
- ・ 漁具回収位置
- ・ 紛失した漁具の位置情報
- ・ 紛失した漁具に関する情報（漁具の種類、量など）

漁具報告システムによる漁具紛失報告の手順は以下の通りである。

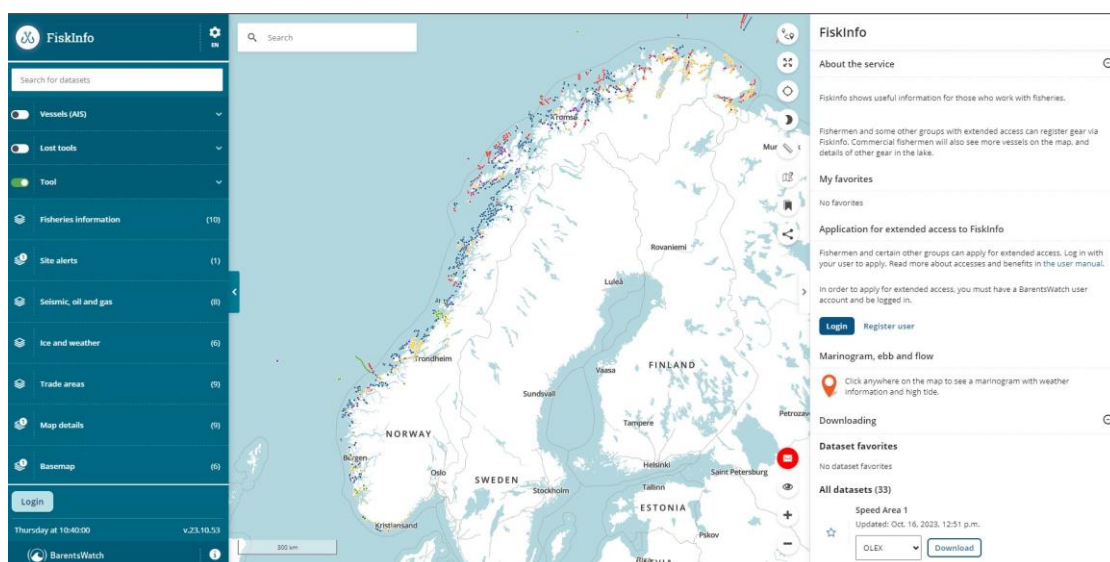


図 3-3 漁具報告システムのトップページ

- ・ サイトで紛失した漁具を報告するためには、BarentsWatch¹⁷⁾の拡張アクセス権を持つユーザーにならなくてはならない。
- ・ 商業漁業者は拡張アクセス権を持つユーザーに登録することが可能である。
- ・ 通常アクセス権と拡張アクセス権ではシステム上で確認できる情報が異なる。（表 3-3-2 5）

¹⁷⁾ FiskInfo BarentsWatch (<https://www.barentswatch.no/fiskinfo>)

表 3-3-25 通常アクセス権と拡張アクセス権の違い

	通常アクセス権	拡張アクセス権
マップ上で確認できる船	ノルウェー海域における全長 15 m 以下の漁船、45m 以下の遊漁船 <u>以外</u> のすべての船をマップ上で確認することができる。	ノルウェー海域における全長 15 m 以下の漁船、45m 以下の遊漁船を <u>含む</u> すべての船をマップ上で確認することができる。
サイトでできること	どの船が漁具を海に入れているかを見ることはできないが、どのような漁具を所持しているかは確認できる。	どの船が漁具を海に入れているかを見ることができる。また自身が所有する船を登録することができ、自身の船に関する情報を取得することができる。

- ・ 拡張アクセス権を持つユーザーはサイトにアクセスすると、所有する船の情報が表示され、連絡先（電話番号、E-mail アドレス）の入力が求められる。
- ・ 漁具を海に入れたら、下記のいずれかの方法で漁具の位置情報を登録しなくてはならない。登録した漁具の位置情報は、海上保安庁によって承認される。
 - AIS による登録
 - マップ上に直接描画することによる登録
 - 緯度経度の直接入力による登録
- ・ 漁具を回収したら、漁具情報を回収状態に変更する。
- ・ 漁具を紛失した場合は、漁具情報をクリックし、紛失した位置情報を入力する。AIS を搭載している場合は自動的に位置情報が取得され、AIS を搭載していない場合はマップ上のカーソルで位置を登録する。さらにどのような漁具を紛失したのか、どれくらいの漁具を紛失したのかなどの詳細情報を入力する。詳細を入力すればするほど回収される可能性が上がる。

iv. 米国

米国の規則において、漁具流出の報告に関する規定は確認できなかった。

v. カナダ

カナダ漁業海洋省（DFO）は、商業漁業免許の条件として、すべての商業漁業において紛失した漁具の報告を義務付けている。

2021 年 7 月、カナダ漁業海洋省はオンライン漁具報告システムを設立した。漁業者は、必要な漁具の紛失・回収報告フォームに簡単にアクセスし、効率的に提出することができるようになった。この報告により、カナダ漁業省及び他のパートナーは、海域から紛失し

た漁具を発見・撤去し、多くの場合、漁具を正当な所有者に返還することができる。

■ 漁具紛失報告システム

漁具紛失報告システムの入力内容は以下の通りである。

個人及びライセンス情報（*は必須項目）

*報告日: _____

*漁船運航者の姓名: _____

*FIN (9桁の漁業者識別番号): _____

*ライセンス番号: _____ *VRN: _____

紛失した漁具情報

*対象種: _____

*漁業管理区域(例:LFA 27、NAFO 4X): _____

漁具の種類（選択制）：はえ縄網・まき網・仕掛け・トロール・その他(具体的に記入)

*紛失した漁具の部位:(例:網、立て縄、アンカー、漁具マーカーなど):

*紛失した漁具のユニット数: _____

*紛失した網の凡その長さ(フィート): _____

*紛失したロープの凡その長さ(フィート): _____

紛失した漁具に付けられたタグの番号(該当する場合):

ブイの説明(例:フロート、ハイフライ、カラーなど):

紛失した漁具を最後に見た位置(可能な限り正確に):緯度、経度

紛失した漁具を最後に確認した日付 (DD/MM/YYYY): _____

vi. バヌアツ

漁業法 2014 年第 10 号ではその原則として、紛失及び流失した漁具による漁獲を最小化することを述べている。また 2014 年改訂マグロ漁業管理計画は、漁業者による漁具の海洋投棄、放流を禁じ、投棄された漁具については回収する努力をすること義務づけられている。また FADs 管理計画に FADs 流出時の報告事項について規定している。

② EU における拡大生産者責任（EPR）

2024 年末までに EU 加盟国は、拡大生産者責任（EPR）制度を導入し、漁具と漁業部品の分別収集・運搬・処理に必要な費用を賄わなければならないとしている。それは漁具及び漁具の構成部品の分別収集、輸送、処理に必要な費用と、そのようなごみを防止・削減するための意識向上対策に係る費用や、啓蒙活動の費用も含まれる。

2019 年 5 月には「特定プラスチック製品の環境負荷低減に関わる指令（通称、SUP 指令）」が採択され、プラスチックを含む漁具の EPR 制度に関するルールを策定することを求めた。しかし同指令における漁具の規定は曖昧であることから、その具体化、可能であれば EU 全体で定義を統一し、グレーゾーンや市場の歪みを避けるべきであるとの指摘がなされている。

EU では、EPR 制度に関する数多くのワークショップが実施され、導入に向けた議論が行われているところであるが、スウェーデンでは EPR 関連条例による漁具生産者の登録制度の導入と、拡大生産者責任システムの構築に関するプロジェクトが実施されている。

- 「漁具の生産者責任に関する条例 (2021:1001) ¹⁸⁾」に従い、スウェーデンでは 2022 年 11 月から国内で漁具（遊漁を含む）を製造もしくは販売している業者に対し、スウェーデン環境保護庁に漁具生産者として登録することを求めている。目的として、
①漁具回収、再利用、リサイクルを促進する②漁具のポイ捨てを減らすこととしている。条例の主な内容を以下に示す。
 - 船舶による汚染対策に関する条例では、港湾に廃棄物の受け入れ施設の設置を求めている。自治体は廃棄物の輸送とその分別に責任を持たなければならない。
 - 条例における漁具生産者とは、スウェーデンに漁具を持ち込む者、スウェーデンで漁具を製造する者、またはスウェーデン以外の国からスウェーデンの最終ユーザーに漁具を販売する者であると定義している。スウェーデンに拠点を持ち、EU 内の他の国に漁具を販売する生産者は、販売先国における代表者を任命する必要があり生産者責任を果たす責任があるとしている。スウェーデンに生産拠点が無い場合は、スウェーデンに代理人を任命することができる。
 - 漁具の生産者責任組織は、漁具の収集に関する費用を負担すると規定している。
 - 漁具の生産者責任組織は、漁具に関する他の生産者責任組織と協力し、廃棄物の費用と収入をどのように配分するかを検討する。生産者責任組織が個々の生産者から徴収する額を計算する際には、漁具の再利用性とリサイクル性を考慮して検討する。
 - 生産者責任組織は、前年に収集された廃棄漁具の重量に関する情報をスウェーデ

¹⁸⁾ https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-20211001-om-producentansvar-for_sfs-2021-1001/

ン環境保護庁に提出する。

- 生産者責任組織は漁具廃棄物の扱いや、漁具紛失を削減するための管理方法、及び漁具由来の海洋ごみによる悪影響について消費者に伝える責任を持つ。
- スウェーデン市場に漁具を販売しようとする者は、生産者名、連絡先、個人または企業の識別番号をスウェーデン環境保護庁に通知する必要がある。また販売する前にどのようにして生産者責任を果たすかを環境保護庁に説明しなくてはならない。
- 市町村はスウェーデン環境保護庁に対して、前年に自治体が撤去し、個別に徴収した漁具廃棄物の重量と費用を報告しなくてはならない。

■ SPIRAL プロジェクト¹⁹⁾

スウェーデン海洋水管理庁、スウェーデン環境保護庁、スウェーデン農業委員会、スウェーデンで唯一の漁具と海洋ごみ回収のためのリサイクルセンターを運営するソテネス共生センターが共同し、生産者責任計画の設計をサポートするプロジェクトである。効率的な生産者責任制度の導入のためには、収集、分類及び効率的な廃棄のための組織的解決法を設計し、循環型モデルを作り出すことが重要であるとして、このプロジェクトでは豊富な知識と経験を持つ生産者やその他関係者との対話に焦点を当てている。当プロジェクトの目標は、下記の通りである。

- 制度の基礎構築に貢献し、関係者にとってシンプルで明確なものにする
- 当局がどのように関わり、各々の経験を共有することができるかについて理解促進に貢献する
- 必要な情報を提供し、生産者に焦点を当て、ユーザーフレンドリーで費用対効果が高く、安全な実装のための条件を提供する

¹⁹⁾ <https://www.havochvatten.se/miljopaverkan-och-atgarder/miljopaverkan/marint-skrap/producentansvar-for-fiskeredskap.html>

課題と今後の調査

国際的に漁具マーキングや拡大生産者責任など、漁具管理に関する議論が進んでいるが、本調査においては新たな規制の検討などの最新動向は得ることができなかった。この要因としては、既存の文献、ウェブサイト等の公表情報のみを調査対象としていたことが考えられる。検討段階で公表されていない情報が多く、結果として得られなかった可能性が考えられる。

現状の規制を調査した結果、漁具マーキング等について規定がなされていることが整理できたが、国際的に漁具流出に対する対策強化の動きが活発化している現状を鑑みると、各国の規制が十分な内容であるかは定かではない。また、規制がどのように機能しているか、その効果等は把握できていない。

以上の課題を踏まえ、漁具マーキング等の漁具流出対策に関する規制状況について把握するためには、既存の文献、ウェブサイト等の公表情報の調査に加え、各国の規制機関等に対しヒアリングを行うことが有効であると考えられる。ヒアリングにより規制状況の実情を調査することで、規制する際の課題点、効果的な方法など、現状の規制に至るまでの経緯を知ることができ、日本に適した漁具マーキング等の漁具管理のあり方の検討の参考になると考えられる。